S.C. INSTITUTUL DE STUDII SI CONSULTANTA ENERGETICA S.A.

(S.C. ISCE S.A.)

NORMA TEHNICA ENERGETICA PRIVIND INCERCARILE SI MASURATORILE LA ECHIPAMENTE SI INSTALATII ELECTRICE

(DOCUMENT DE DISCUTIE)

Indicativ NTE 01 116/2001

Executant: Institutul de Studii şi Consultanţă Energetică (ISCE Bucureşti) în colaborare cu Institutul de Cercetare şi Proiectare pentru Maşini Electrice, Transformatoare, Echipamente Electrice şi Tracţiune (ICMET Craiova)

CUPRINS

	Pag.
Generalități	3
Generatoare şi compensatoare sincrone	13
Motoare de curent alternativ	38
Maşini de curent continuu	44
Transformatoare şi autotransformatoare de putere	48
Bobine de reactanță shunt	84
Transformatoare de tensiune	98
Transformatoare de curent	109
Echipamente pentru tratarea neutrului rețelelor de medie tensiune	117
Aparate de comutație de înaltă tensiune	122
Linii electrice aeriene	145
Cabluri de energie, de comandă-control, de telemecanică (pilot) şi de telecomunicație	148
Bare colectoare de medie tensiune	158
Descărcătoare	162
Izolatoare pentru tensiuni peste 1 kV	172
Condensatoare cu hârtie în ulei	178
Echipamente primare pentru instalații până la 1 kV	184
Instalații de comandă-control	191
Baterii de acumulatoare	200
Instalații de legare la pământ	203
Uleiuri minerale electroizolante şi de acționare	208
Bobine de blocaj pentru telecomunicații pe LEA de înaltă tensiune	219
Sisteme de excitație ale generatoarelor sincrone	221

Partea a I-a

SCOP

Art.1. Prezenta normă tehnică energetică defineşte probele, verificările şi măsurătorile care se execută în cadrul unui sistem de mentenanță asupra echipamentului electroenergetic primar din instalațiile de producere, transport, distribuție, furnizare şi utilizare a energiei electrice.

DOMENIU DE APLICARE

Art.2. Prevederile prezentei norme se aplică la efectuarea încercărilor şi verificărilor echipamentelor primare şi instalațiilor electrice aparținând TRANSELECTRICA, TERMOELECTRICA, HIDROELECTRICA, ELECTRICA şi agenților economici din sectorul energiei electrice, cu ocazia punerii în funcțiune şi în exploatare.

TERMINOLOGIE SI ABREVIERI

Art.3. In contextul prezentei norme, următorii termeni se definesc astfel:

Autoritate competentă	*Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei - ANRE*
Sectorul energiei electrice	*Ansamblul agenților economici, al activităților şi instalațiilor aferente de producere, transport, dispecerizare, distribuție şi furnizare a energiei electrice, inclusiv importul şi exportul energiei electrice, precum şi schimburile de energie electrică cu sistemele electroenergetice ale țărilor vecine.*
Agenți economici din sectorul energiei electrice	*Persoane juridice care îşi desfăşoară activitatea în sectorul energiei electrice, asigurând activitățile de producere, transport, distribuție, furnizare şi consum a energiei electrice.*
Utilizator	*Consumator de energie electrică dintr-un sistem de transport, sau distribuție, inclusiv agenți economici din sector care, în desfăşurarea activității, utilizează energie electrică.*

ACTE NORMATIVE DE REFERINTA

Art.4. Actele normative de referință sunt specifice pentru un anumit tip de echipament, ele specificându-se la echipamentul respectiv.

GENERALITATI

Art.5. Pentru echipamentele construite în conformitate cu standardele şi prescripțiile tehnice, ce vor apărea ulterior datei aprobării prezentei norme şi care vor conține, pentru anumite probe, indicații sau valori diferite de cele prevăzute în prezenta normă, se vor respecta noile prevederi.

Art.6. Prevederile prezentei norme se vor aplica la urmărirea comportării în exploatare a echipamentelor din instalațiile TRANSELECTRICA, TERMOELECTRICA, HIDROELECTRICA, ELECTRICA şi agenților economici din sectorul energiei electrice; rezultatele încercărilor şi verificărilor prevăzute în această normă se vor consemna în fişa de urmărire a comportării în exploatare a echipamentului, care va constitui istoria tehnică a echipamentului supus verificărilor.

Art.7. Sucursalele din cadrul TRANSELECTRICA, TERMOELECTRICA, HIDROELECTRICA, ELECTRICA şi agenţii economici din sectorul energiei electrice vor prevedea, în condiţiile tehnice de procurare de la furnizori şi de reparare, parametrii, în conformitate cu prevederile acestei norme.

Art.8. Norma cuprinde probe cu caracter obligatoriu, cu valori de control în conformitate cu standardele în vigoare (precizate la fiecare echipament) şi recomandări din literatura de specialitate.

Ordinea de execuţie a probelor este cea prezentată în actuala normă.

Art.9. După executarea probelor şi a măsurătorilor prevăzute în normă şi instrucţiuni, este necesară întocmirea buletinelor de verificare pentru fiecare probă sau grup de probe în parte, care să confirme în mod expres respectarea sau nerespectarea valorilor de control stabilite prin instrucţiunile fabricii furnizoare sau alte acte normative din România (standarde, prescripţii etc.).

Art.10. Buletinele de încercări şi măsurători vor conţine, pentru fiecare probă în parte, concluzia stabilită de şeful de lucrare, dacă corespunde sau nu actelor normative în vigoare.

Fiecare sucursală de exploatare va stabili, în funcţie de amplasarea geografică şi de importanţa instalaţiei, persoana competentă care are dreptul de a analiza buletinele şi de a da avizul de redare în exploatare. La instalaţiile complexe, la care se fac probe de către mai multe echipe (mai mulţi şefi de lucrare), decizia de punere în funcţiune va fi luată de conducerea tehnică a subunităţii, după ce a verificat toate buletinele emise (inclusiv faptul că s-au efectuat toate probele necesare).

In caz de dubii sau rezultate contradictorii, se poate decide refacerea probelor neconcludente sau completarea volumului de probe cu alte măsurători, solicitându-se pentru aceasta şi concursul furnizorului sau altor specialişti.

In cazul în care valorile măsurătorilor sunt în afara limitelor prescrise, decizia asupra posibilităţilor punerii în funcţiune sau redării în exploatare (permanentă sau limitată) se va lua în urma analizei rezultatelor măsurătorilor în ansamblu, pe baza competenţelor de decizie stabilite

Art.11. Buletinele de încercări şi măsurători trebuie să fie clar formulate şi cu precizări asupra tipului de aparate de măsură folosite. Se recomandă ca măsurătorile periodice să fie repetate în aceleaşi condiţii şi cu aceleaşi tipuri de aparate. Buletinele vor conţine orice informaţii necesare pentru reproductibilitatea probelor în condiţii tehnice şi climatice necesare.

Art.12. Pentru acele măsurători care prevăd comparaţii cu valori iniţiale de referinţă, se menţionează că prin valori iniţiale de referinţă se înţeleg următoarele:

- valori de fabrică confirmate prin buletine sau prin alt act oficial, care se referă în mod expres la aparatul şi instalaţia electrică respectivă;
- în lipsa buletinelor de fabrică sau ale atelierelor de reparaţii (pentru produsele reparate), valorile obţinute la punerea în funcţiune sau la prima încercare profilactică se consideră valori de referinţă. Aceste valori trebuie comparate de către comisia tehnică de punere în funcţiune cu valorile de catalog din prospecte;
- pentru utilaje vechi, la care nu există nici buletine de fabrică, nici buletine de punere în funcţiune sau de încercări profilactice, ca valori de referinţă se vor lua cele indicate în prezenta normă.

Art.13. Se recomandă ca aprecierea şi compararea rezultatelor obţinute, privind caracteristicile de stare ale izolaţiei transformatoarelor, să fie făcute pentru condiţii identice sau apropiate în ceea ce priveşte temperatura, condiţiile atmosferice, clasa de precizie a aparatelor, metoda de măsurare etc. In funcţie de tipul probei, se pot lua în considerare coeficienţii de corecţie (conform metodologiilor specificate în anexele de la echipament), în cazul în care condiţiile climatice nu se pot respecta.

Art.14. Pentru mărimile care caracterizează starea echipamentului investigat, rezultatele verificărilor profilactice vor fi analizate ţinându-se seama şi de valorile măsurate anterior.

Art.15. Buletinele de fabrică şi de la PIF sunt valabile şase luni pentru echipamentele de 110-400 kV şi un an pentru echipamentele de MT.

Art.16. Inainte şi după efectuarea oricărei măsurări şi, în special, a celor de izolaţie, sarcinile capacitive remanente vor fi descărcate electric, prin legare la pământ.

Art.17. Inainte de efectuarea încercărilor şi măsurătorilor, suprafaţa exterioară a izolaţiei externe (treceri izolate, plăci izolante, carcase de porţelan etc.) va fi curăţată de praf şi murdărie, cu alcool de 90^{o} sau tetraclorură de carbon, în scopul micşorării curentului de scurgere pe suprafaţă, curent care poate duce la rezultate eronate.

Art.18. In funcţie de tipul echipamentului investigat, înainte şi după încercarea cu tensiune mărită a unui echipament, este obligatorie măsurarea rezistenţei de izolaţie a acestuia.

Art.19. Inaintea probei cu tensiune mărită, la echipamentele care conţin fluide izolante trebuie să existe certitudinea că rezultatele încercării acestor fluide sunt corespunzătoare.

Art.20. In exploatare, atunci când încercarea cu tensiune mărită nu se poate face pe fiecare aparat dintr-o celulă de înaltă tensiune, se admite ca încercarea să se facă pe ansamblul celulei, şi anume la valoarea corespunzătoare aparatului cu tensiunea de încercare specifică cea mai mică, cu menţionarea în buletin a acestei situaţii. Situaţiile în care echipamentele de 6-20 kV se încearcă în ansamblul celulei se stabilesc prin ITI. In general, în acest caz intră celulele prefabricate şi staţiile în care demontarea conexiunilor de legătură nu este posibilă.

Art.21. Aparatele construite pentru o anumită tensiune, dar care funcţionează în instalaţii cu tensiuni nominale mai mici vor fi încercate corespunzător tensiunii nominale a instalaţiei în care funcţionează.

Art.22. Efectuarea probelor cu tensiune mărită la echipamentul electric din exploatare s-a prevăzut numai la acele tipuri de echipamente electrice pentru care există instalaţii portabile de încercare.

Pe măsura procurării de instalaţii de încercare şi pentru echipamente cu tensiuni superioare, această probă devine probă obligatorie în cadrul normei.

In prezent, la punerea în funcţiune a aparatelor având U > 60 kV, pentru proba cu tensiune mărită se vor lua în considerare buletinele de încercare ale furnizorului sau buletinele eliberate de alte laboratoare de înaltă tensiune.

Art.23. Având în vedere şi faptul că fabricantul echipamentelor este obligat să efectueze probe de control individual sau de tip la lucrările noi, beneficiarul investiţiei se va îngriji să obţină buletinele de fabrică.

In cazul în care se contractează utilaje cu furnizori care nu asigură efectuarea acestor probe în fabrică (eventual, echipament de fabricaţie străină), se va solicita prin contract efectuarea acestor probe.

Art.24. Suplimentar, se pot executa şi alte probe, care să ateste calitatea echipamentului (de exemplu, la transformatoarele de putere cu tensiunea $U_n \geq 110$ kV), ca de exemplu:

- probe speciale la ulei;
- variaţia curentului de absorbţie, în funcţie de tensiune;
- detecţia descărcărilor parţiale prin metode ultrasonice;
- investigarea prin metode de defectoscopie bazată pe analiza răspunsului în frecvenţă şi, respectiv, aplicarea impulsurilor de joasă tensiune etc.

Art.25. Este recomandabilă utilizarea instalaţiilor de termoviziune pentru depistarea contactelor imperfecte în instalaţii sau a punctelor calde, ceea ce poate permite diminuarea unor operaţii cu ocazia unor revizii tehnice sau, după caz, decalarea acestora.

Art.26. Lucrările de întreţinere curentă (IC), reviziile tehnice (RT), reparaţiile curente (RC), reparaţiile capitale (RK), reconstrucţii-modernizări (RM) şi intervenţiile accidentale (IA) menţionate în normativ se execută la periodicităţile menţionate în normativul tehnic de reparaţii PE 016.

Art.27. Tensiunile nominale date în prezentul normativ corespund tensiunilor celor mai ridicate pentru echipament indicate în standardul de coordonare a izolaţiei în instalaţiile electrice cu tensiuni peste 1 kV (STAS 6489/1-1980), după următoarea echivalenţă:

Tensiunea nominală, U_n (kV)	Tensiunea cea mai ridicată pentru echipament, U_n (kV)
6	7,2
10	12
15	7,5
20	24
30	36
35	42
60	72
110	123
220	245
400	420

MODUL DE EFECTUARE A VERIFICARILOR IN CADRUL SISTEMULUI DE MENTENANTA ADOPTAT

Art.28. Politicile de mentenanță clasifică în două mari categorii:

- mentenanța care se execută în scopul repunerii în funcțiune a unui echipament în urma producerii unei avarii, care constituie ***mentenanța corectivă*;**
- mentenanța care se execută în scopul prevenirii apariției unor defecte, sau avarii şi care constituie ***mentenanța preventivă***.

Mentenanța corectivă se aplică în cazul în care echipamentele nu fac parte dintr-o instalație importantă, echipamentele nu sunt vitale pentru funcționarea sistemului, iar costul echipamentelor este mult mai mare decât costul produs de defectarea neașteptată şi de repararea acestora.

Mentenanța preventivă, care are ca scop reducerea probabilității de producere a unui defect, are două domenii importante:

- **mentenanța predictivă**, sau condiționată, conform căreia personalul de întreținere intervine numai dacă apare un risc iminent de producere a unui incident, sau dacă performanțele sistemului sunt puternic alterate. Acest tip de mentenanță se aplică la sistemele la care costurile de înlocuire sunt ridicate, iar starea acestora poate fi determinată pe bază de teste off line, sau (mai indicat) on line. Decizia de intervenție se ia funcție de rezultatele studiului de diagnoză efectuat pe baza datelor rezultate din monitorizarea echipamentelor sistemului;
- **mentenanța sistematică**, sau programată, conform căreia se fac înlocuiri periodice ale pieselor unor echipamente, sau a unor echipamente complete, conform unui calendar prestabilit. Acest tip de mentenanță se aplică în cazul în care costurile de înlocuire a elementelor care se uzează nu sunt foarte ridicate.

O direcție nouă a mentenanței predictive o reprezintă **mentenanța proactivă**, conform căreia se acționează în sensul eliminării cauzelor care produc procesele de alterare a caracteristicilor echipamentelor.

Odată cu creşterea exigențelor impuse funcționării sistemului, coroborat şi cu creşterea complexității acestora, activitatea de mentenanță a fost cuprinsă într-un management special dedicat acestui scop. Un exemplu îl constituie **mentenanța bazată pe fiabilitate**, conform căreia se identifică într-o primă etapă componentele critice pentru funcționarea echipamentelor sistemului, care au un impact considerabil asupra siguranței, disponibilității, costurilor, mentenabilității şi calității sistemului, iar apoi, în a doua etapă, se identifică condițiile în care anumite componente, deşi funcționale, semnalizează o defectare iminentă.

Art.29. Aplicarea mentenanței bazată pe fiabilitate.

Prima măsură care trebuie întreprinsă de o entitate economică care doreşte aplicarea unei politici de mentenanță bazată pe fiabilitate este constituirea la nivelul entității a unui colectiv de specialişti care să cunoască foarte bine echipamentele, fiabilitatea de concepție şi fiabilitatea reală a acestora, condițiile în care funcționează acestea, cerințele asigurării cu energie electrică a consumatorilor (funcție de gradul de importanță a acestora), siguranța instalațiilor şi nu în ultimul rând cheltuielile care s-au efectuat în anii precedenți cu mentenanța. Acest colectiv, cunoscut sub denumirea de „staff-ul mentenanței" trebuie să întocmească tabelul de „Analiză a modurilor de defectare, a efectelor produse şi evaluarea indicelui de periculozitate a acestora", în conformitate cu Publicația CEI 812 „Techniques d'analyse de la fiabilite des systemes – Procedure d'analyse des modes de defaillance et leur effets (AMDE)", care constituie baza de plecare pentru stabilirea mentenanței optime. Acest tabel se întocmeşte pentru fiecare echipament, pe baza analizei funcționale a echipamentului. Tabelul este un tabel dinamic, care se modifică în fiecare moment funcție de datele care rezultă din comportarea în exploatare a echipamentului. Pentru fiecare mod de defectare se stabileşte indicele de periculozitate a defectului (ca produs între coeficientul de gravitate şi coeficientul frecvenței de apariție a defectului). Se stabilesc apoi task-urile mentenanței şi coeficientul de aplicabilitate al acestora (ca produs între coeficientul eficacității unui task şi coeficientul facilității acestuia). Se poate determina, pe baza datelor de mai sus, arborele de decizie pentru selectarea task-urilor mentenanței, respectiv a politicii de mentenanță care trebuie adoptată. Se stabilesc planurile de mentenanță, funcție de importanța echipamentului, a stației, sau a subsistemului. Se aplică rezultatele şi funcție de eficiența economică se fac corecturile de rigoare.

Acest proces este un proces iterativ, specific oricărei funcții de optimizare. El nu se stabileşte odată pentru totdeauna, ci se corectează în permanență.

Exemplu de aplicare:

Se consideră cazul unui întreruptor de înaltă tensiune, cu referire la contactele principale. In prima etapă se va întocmi **analiza funcțională**, conform căreia contactele principale ale întreruptorului trebuie să asigure următoarele funcții:

- trecerea curentului electric, când contactele principale sunt închise - funcția 1;
- menținerea circuitului electric în poziție deschisă, când contactele principale sunt deschise - funcția 2;
- efectuarea manevrelor, şi ca funcție de siguranță – întreruperea curenților de defect - funcția 3.

Aşa cum se observă, analiza funcțională pune în evidență diferite componente ale unui echipament, identificate cu funcțiile echipamentului. De exemplu, o componentă care îndeplineşte mai multe funcții va face obiectul unei analize speciale. Ansamblul acestor descrieri este rezumat în „Tabelul de Analiză Funcțională". Acest tabel constituie o descriere exhaustivă a limitelor echipamentului studiat.

In continuare, în etapa a 2-a, se va face **analiza modurilor de defectare, a efectelor produse şi evaluarea indicelui de periculozitate a acestora - AMDE.** Analiza reprezintă de fapt o interfață între specialiştii tehnologi din instalații şi specialiştii în probleme de fiabilitate şi mentenanță. In esență, această analiză reprezintă o descriere a defectelor care pot să apară la un element al unui echipament, la un echipament, sau la un subsistem, precum şi a consecințelor fiecăreia din aceste defecte. Pentru cazul de mai sus, al analizei modurilor de defectare a contactelor principale ale unui întreruptor de înaltă tensiune, rezultatele sunt rezumate în tabelul următor:

Compo-nenta	Funcția	Modul de defectare	Cauze posibile	Efecte asupra echipamentu-lui	Gravi-tate	Număr avarii	Rata de defectare	Frecvența din baza de date	Frecvența gestionată	Frecvența reținută	Indice de pericu-lozitate
Contacte	Funcția 1 Funcția 3	Incălzire	Coroziune Greşeli de montaj	Risc de distrugere	4	20	0,7	2	2	2	8
	Funcția 2 Funcția 3	Deserti-zare Blocaje Ruperi	Coroziune Greşeli de montaj	Risc de distrugere	4	5	0,2	2	2	2	8

Completarea tabelului este posibilă numai în urma a numeroase discuții şi analize ale fenomenelor şi cauzelor producerii defectelor. Aceste analize sunt absolut necesare pentru procesul de optimizare dorit. Trebuie reținut un lucru care este esențial la această etapă: analiza nu poate să fie perfectă de la început. Se face mai întâi o variantă care este mai mult, sau mai puțin apropiată de realitatea fizică. Această variantă va fi corectată pe parcurs, funcție de comportarea echipamentului în exploatare.

Revenind la contactele principale, specialiştii trebuie să se pronunțe asupra diferitelor moduri de defectare, sau altfel spus asupra tipurilor de defecte posibile, observate pe parcursul exploatării, sau probabile. Pentru exemplul de mai sus au fost reținute „încălzirea" şi „desertizajul vârfului de contact de arc, blocajul contactului mobil şi ruperea contactului mobil, sau fix". Cum scopul nu este să se facă o mentenanță pentru toate tipurile de avarii, se orientează reflectarea tipurilor de avarii reținute în consecințele care pot să apară. In tabelul de mai jos se redau nu numai definițiile şi efectele avariilor, ci se propune şi o scară de gravității, notate de la 1 la 4 (lipsit de gravitate, puțin grav, grav şi foarte grav). In acest fel se face o clasificare a defectelor pentru a facilita omogenitatea analizei.

Gravitatea	Efecte
1. Lipsit de gravitate	Nici un efect
2. Puțin grav	Refuzuri de închidere, sau închidere incompletă Semnale informatice eronate Măsuri eronate Frecări
3. Grav	Deschideri intempestive, sau închideri intempestive Defectări de echipamente Deriva caracteristicilor funcționale Periclitarea continuității circuitului
4. Foarte grave	Pierderea izolației Distrugeri (sau risc de distrugeri) Refuz de deschidere în caz de scurtcircuit Deschidere incompletă

In cea de a treia etapă se face o **analiză a comportării în exploatare a echipamentului**, în scopul determinării frecvenței de producere a unui defect. Încadrarea se face conform unor clase de defectare, arătate în tabelul de mai jos.

Frecvența de apariție a unui defect	Clasa de defectare 10^{-3}/an şi echipament
1. Rar	< 0,1
2. Puțin frecvent	De la 0,1 la 1
3. Frecvent	De la 1 la 10
4. Foarte frecvent	> 10

Analiza comportării în exploatare se face pornind de la baza de date, unde ansamblul întreruptoarelor cuprind descrierea defectelor apărute la elementele acestora. Aceste informații comportă pe lângă o cuantificare a tipurilor de defecte şi o analiză calitativă a defectelor (modurile de producere, efectele lor, etc). Pentru contactele principale s-a considerat cazul producerii a 20 de avarii datorate încălzirii, care au fost observate în timp de 6 ani la o populație de 4600 de aparate. Rata de defectare care a rezultat a fost de: $20/6 \times 4600 = 0{,}7 \cdot 10^{-3}$ /an şi întreruptor.

In cea de a patra etapă se stabileşte **indicele de periculozitate** al unei defectări a fiecărei componente a echipamentului. Acest indice se defineşte ca produsul dintre frecvența unei defectări şi gravitatea acesteia:

Indicele de periculozitate = Frecvența × Gravitatea defectării

Acest produs reprezintă un număr care poate să ia o valoare în intervalul 1 – 16. Pe baza analizei efectuate anterior se stabileşte o valoare a produsului, de la care o componentă poate fi declarată critică (uzual valoarea este 6). Scopul acestei clasificări este să compare defectele de natură diferită cu aceeaşi regulă. Pentru contactele principale ale întreruptorului, care au fost analizate în exemplul de față, indicele de periculozitate a două moduri de defectare a avut valoarea 8. Operațiile de mentenanță trebuie elaborate astfel încât să prevină apariția acestor două tipuri de defect, cu toate consecințele lor nedorite.

In cea de cincea etapă se stabilesc **operațiile mentenanței**. Stabilirea unei operații de mentenanță se face în baza următorului principiu: care este operația care permite să se detecteze un mod de defectare care poate să se producă la o componentă dată ? De exemplu, pentru depistarea încălzirii contactelor principale ale unui întreruptor de înaltă tensiune, se propun următoarele operații:

- tehnici indirecte de detectare, prin termografie în infraroşu, fără nici un fel de intervenție asupra întreruptorului;
- tehnici directe de detectare, constând din măsurarea rezistenței ohmice a contactelor principale, ceea ce presupune intervenții asupra întreruptorului.

Pentru depistarea problemelor latente legate de defectele de desertizare, blocare, sau ruperi ale contactelor, se poate utiliza numai metoda inspecției directe a acestora, după deschiderea camerei de stingere a arcului electric.

Odată determinate operațiile mentenanței, trebuie să se stabilească periodicitatea. Stabilirea acestei periodicități se face între următoarele limite:

- perioada minimă: perioada în care nu se detectează nici o tendință de defectare;
- perioada maximă: perioada în care operația deja nu mai are eficiență, fiind efectuată prea târziu.

Atunci când operația de mentenanță a fost stabilită, acesteia i se asociază două criterii de performanță, notate fiecare cu o valoare cuprinsă în intervalul 1 - 4, şi anume:

- *eficacitatea,* care reprezintă capacitatea de depistare a unui mod de defectare prin operația respectivă de mentenanță;
- *simplitatea,* care se traduce prin caracterul de „punere în practică" al unei operații de mentenanță.

Pentru determinarea simplității unei operații de mentenanță se ține cont de recomandările din tabelul de mai jos:

Simplitatea	Definire
1. Scăzută	Necesită analize de specialitate Necesită încercări suplimentare Necesită mijloace complexe Necesită costuri importante
2. Medie	Necesită retragere din exploatare Necesită analize de specialitate mai puțin frecvente
3. Bună	Nu necesită retragere din exploatare Nu necesită analize de specialitate Necesită puține mijloace complexe
4. Ridicată	Nu necesită retragerea din exploatare Nu necesită analize de specialitate Nu necesită mijloace complexe

Nu trebuie să se propună operații de mentenanță complexe, ci operații care să fie relevante pentru stabilirea stării unei componente, sau a unui echipament şi care să se poată aplica cu uşurință, pe cât posibil fără intervenții majore asupra echipamentului.

Pentru fiecare task se stabileşte, pe baza celor două valori asociate, un scor, cunoscut sub numele de **aplicabilitate**, care este dat de relația:

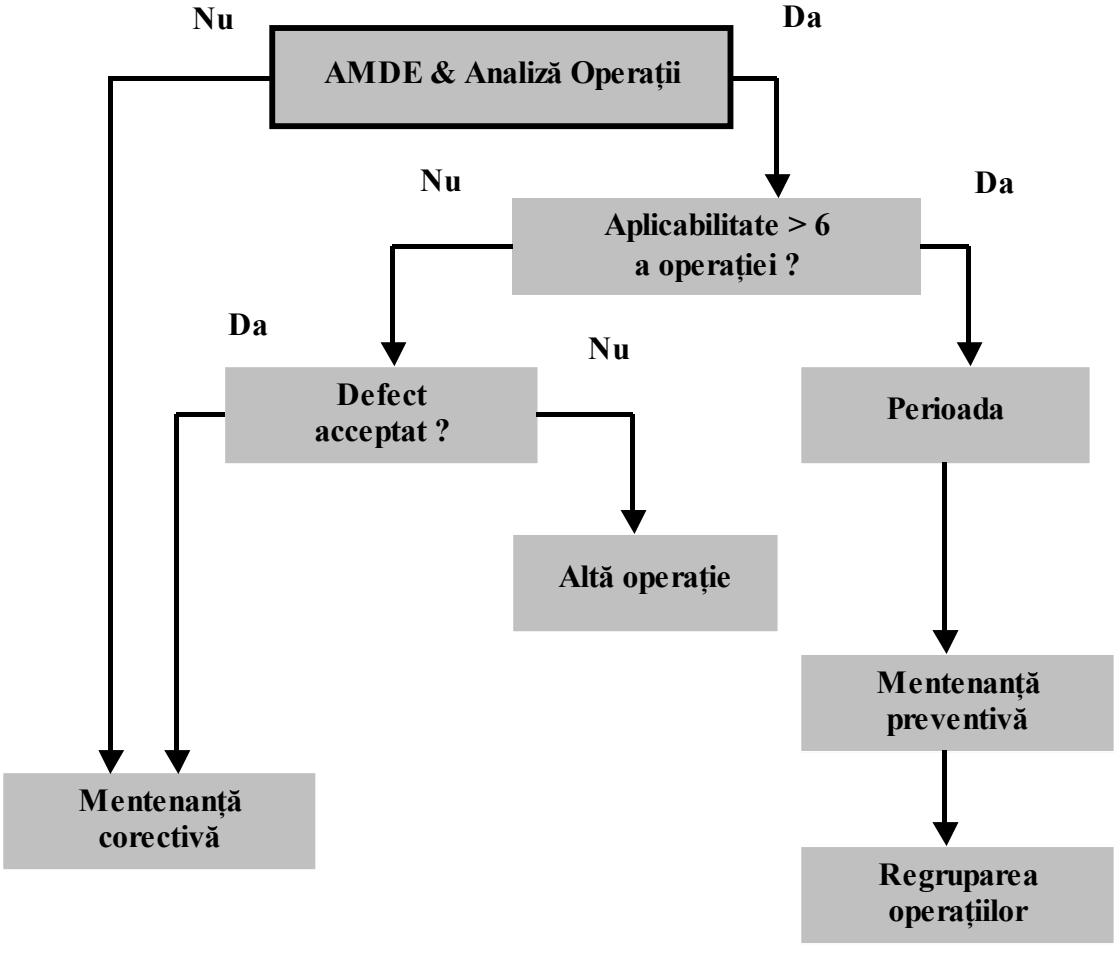
Aplicabilitatea = Eficacitatea × Simplitatea

Acest scor poate să aibă o valoare cuprinsă în intervalul 1 – 16: un task va fi declarat aplicabil dacă scorul depăşeşte o anumită valoare prestabilită (de exemplu valoarea 6).

Tabelul AMDE se poate completa acum conform exemplului de mai jos:

Componenta	Operația de mentenanță	Perioada min.	Perioada max.	Eficacitatea	Retragere/ restricții de exploatare	Simplitate	Aplicabilitate	Plan redus	Plan normal	Plan intens	Justificare	Regrupare
Contacte principale întreruptor înaltă tensiune	Termografie în infraroşu	1 an	3 ani	2	Nu necesită retragere din exploatare	3	6	3 ani	2 ani	1 an	Operație cu costuri scăzute / se regrupează cu termografia separatoarelor	Termo
	Măsurarea rezistenței de contact	3 ani	6 ani	4	Necesită retragere din exploatare	1	4	6 ani	6 ani	3 ani	Datorită aplicabilității reduse (necesită retragere din exploatare) se consideră că acest task nu are o eficacitate suficientă	Verificare
	Demontarea camerei de stingere	12 ani	12 ani	4	Necesită lucrări avansate de service a echipamentului	1	4	12 ani	12 ani	12 ani	Pentru întreruptoare cu acționare frecventă, perioada este înlocuită cu 10.000 de manevre	Revizie

După realizarea analizelor privind modurile de defectare şi operațiile mentenanței reprezentate prin indicele de periculozitate aplicabilitate a lor, se întocmește cea de a şasea etapă - şi ultima - a **selecției şi regrupării operațiilor mentenanței**. Această acțiune se desfăşoară în conformitate cu organigrama prezentată mai jos, care descrie protocoalele de selectare a acestor task-uri.



Cele două criterii – al indicelui de periculozitate şi al aplicabilității – servesc la o primă selecție a operațiilor de mentenanță. Este necesară o validare suplimentară, pentru a se corecta primele rezultate funcție de solicitările locale şi de alte considerente de care nu s-a ținut seama la efectuarea analizei. Intr-o primă iterație se face ajustarea periodicităților, ținând seama de rezultatele obținute pentru gravitate şi indice de periculozitate. Ideea generală este să se țină cont de solicitările reale la care este supus echipamentul în exploatare şi să se optimizeze intervențiile în scopul reducerii cheltuielilor şi cu minimum de perturbații în funcționarea rețelei.

In exemplul analizat, al contactelor principale ale unui întreruptor de înaltă tensiune, se observă din tabelul de mai sus că se preferă conservarea măsurării rezistenței ohmice de contact, care deşi are o eficacitate bună (referindu-ne la modul de defectare caracterizat de încălzirea contactelor), necesită lucrări de scoatere din funcțiune a instalației. Se ține seama de acest lucru atunci când se pune problema detectării problemelor mecanice, care nu se poate efectua decât cu demontarea camerei de stingere, prilej cu care se verifică şi rezistența ohmică de contact.

Tot din tabelul de mai sus se observă trei coloane, care determină trei planuri de mentenanță: redusă, normală şi intensă. Trebuie specificate următoarele:

- planul de mentenanță intens se aplică cu periodicități minime, la echipamentele sistemului cu importanță foarte mare, la instalațiile cu tensiunea de 400 kV, la stațiile şi posturile de evacuare a energiei din centralele nucleare, la stațiile care asigură alimentarea cu energie electrică a aglomerărilor urbane cu mai mult 100.000 locuitori şi la plecările cu tensiunea de 220 şi 400 kV;
- planul de mentenanță normală se aplică cu periodicități medii, la echipamentele din stațiile de importanță medie, cum ar fi plecările de înaltă tensiune, sau partea de tensiune mai mică a unui transformator coborâtor care alimentează un client industrial sensibil, la evacuările din centralele electrice cu puteri sub 100 MW şi tensiuni până la 220 kV;
- planul de mentenanță redus se aplică cu periodicități maxime, la echipamentele care au o fiabilitate garantată, cum ar fi o plecare de înaltă tensiune, sau un transformator coborâtor care constituie una din cele trei alimentări ale unui client industrial (în acest caz mentenanța este compensată prin redundanță).

La nivelul unui agent economic trebuie să se facă o clasificare a instalațiilor după criterii de siguranță şi importanță a consumatorului alimentat. Un consumator care necesită o alimentare sigură are posibilitatea – funcție de rezultatele unui studiu tehnico-economic, să fie alimentat cu instalații fiabile, care necesită o mentenanță redusă, dar sunt mult mai scumpe, cu instalații normale, dar cu costuri mai ridicate ale lucrărilor de mentenanță, sau într-o schemă cu redundanță ridicată, care de asemenea necesită costuri mai mari de investiții.

Printre condițiile de bază care trebuie respectate sunt: securitatea personalului, siguranța funcționării sistemului energetic, calitatea energiei livrate, păstrarea condițiilor de mediu şi conservarea patrimoniului, completate bineînțeles cu condiția reducerii costurilor.

Revenind la exemplul analizat, cel al contactelor principale ale unui întreruptor de înaltă tensiune, este momentul să se arate cum se reduc costurile. S-a văzut că, funcție de planul de mentenanță adoptat, termografia în infraroşu se aplică odată la un an, sau odată la doi ani, sau odată la trei ani. Această suplețe permite să se aleagă un efort financiar diferențiat în funcție de tipul postului, sau stației. Altfel spus, se vor analiza efectele economice ale planului redus de mentenanță la posturile care nu sunt importante. Această optimizare sistematică permite aplicarea unei mentenanțe corecte, fără cheltuieli inutile. Simulările economice au arătat că adoptarea celor trei planuri de mentenanță pentru întreruptoare şi separatoare şi înlocuirea planului unic de mentenanță actual, sunt purtătoare de economii importante (chiar dacă valoarea procentuală poate să pară la o primă vedere destul de mică, nu trebuie uitat că se aplică unei populații de echipamente foarte numeroase, care incumbă cheltuieli cu mentenanța ridicate).

In cadrul mentenanței bazate pe fiabilitate, care este una din cele mai moderne deoarece îmbină optim avantajele economice cu siguranța în funcționare a instalațiilor, acțiunile se centrează pe întocmirea tabelului de analiză a modurilor de defectare, a efectelor şi a evaluării indicelui de periculozitate a acestora (AMDE). Un tabel AMDE cuprinde o descriere a principalelor componente

defectabile ale unui echipament, sau ale unui sistem şi a defectelor care pot să apară. Tabele AMDE se întocmesc de fiecare entitate care aplică în cadrul instalaţiilor din dotare un sistem de mentenanţă bazat pe fiabilitate, pe baza experienţei de exploatare proprii şi cu ajutorul datelor conţinute în studiile anuale de comportare a echipamentului electroenergetic din centrale şi staţii întocmite de ICEMENERG.

In concordanţă cu metodologia introdusă de folosirea mentenanţei bazate pe fiabilitate se definesc următorii parametri:

- frecvenţa de defectare, care împreună cu gravitatea defectului, determină indicele de periculozitate. Aceasta poate fi stabilită de fiecare filială pe baza datelor cuprinse în „Fişele de incidente şi avarii";
- planul redus, planul normal şi planul intens de aplicare al activităţilor de probe, verificări şi măsurători trebuie stabilit de colectivul de mentenanţă din fiecare filială, funcţie de starea echipamentului din dotare, importanţa consumatorilor, siguranţa în funcţionare a instalaţiilor, etc

Art.30. Aplicarea mentenanţei preventive de tip sistematic (programată) implică efectuarea listei de încercări şi verificări precizate în cadrul prezentei norme pentru fiecare tip de echipament, cu periodicităţile specificate în PE 016 (pentru lucrările de RT, RC, RK, RM), sau cu periodicităţile specificate la proba respectivă.

Art.31. Aplicarea mentenanţei preventive de tip predictiv (condiţionată) implică monitorizarea în regim on-line a unor mărimi specifice unui tip de echipament (menţionate în partea de „Generalităţi" de la fiecare tip de echipament la care se justifică cheltuieli pentru instalaţii de monitorizare) şi efectuarea probelor şi verificărilor precizate în tabelul aferent echipamentului respectiv, în momentul în care mărimile monitorizate ating valori de alarmare, fără să se poată stabili exact, pe baza acestor mărimi, natura defectului incipient. In acest caz se efectuează numai probele care permit determinarea naturii şi localizarea defectului incipient.

Partea a 2-a

GENERATOARE ŞI COMPENSATOARE SINCRONE

Standarde şi prescripții de referință

STAS 1893-87	Maşini electrice rotative. Condiții generale
STAS 8211-84	Maşini electrice sincrone trifazate. Metode de încercare
STAS 6910-87	Agregate energetice. Vibrații admisibile. Prescripții
STAS 10784/1-77	Turbogeneratoare. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 11614-88	Înfăşurări statorice de înaltă tensiune ale maşinilor electrice rotative. Condiții tehnice şi metode de încercare
STAS 822/74	Condiții tehnice pentru hidrogeneratoare sincrone
STAS 832/73	Condiții tehnice generale pentru turbogeneratoare
CEI 34	Recomandări pentru maşini electrice rotative
VDE 2056/1	Criterii pentru aprecierea vibrațiilor mecanice ale maşinilor electrice
* * *	Instrucțiunile furnizorului exprimate în cartea tehnică a echipamentului

Generalităţi

La maşinile electrice rotative (respectiv partea a 2-a, a 3-a şi a 4-a a prezentei norme tehnice), uzurile apar la elementele mecanice şi la elementele izolante ale maşinii. La maşinile rotative importante (generatoare şi motoare mari) se monitorizează marimile termomecanice (vibraţii, temperaturi, parametri ai fluidului de răcire). Izolaţia, care este un element uşor alterabil în timpul funcţionării maşinii, trebuie deasemenea monitorizată în scopul utilizării unui sistem de mentenanţă preventivă de tip predeictiv, sau bazat pe fiabilitate. Metoda cea mai folosită în prezent pentru determinatrea stării izolaţiei în regim on-line foloseşte monitorizarea descărcărilor parţiale care se produc în interiorul maşinilor rotative.

Teoria descărcărilor parţiale implică analiza materialelor, câmpurilor electrice, caracteristicilor arcului electric, propagării şi atenuării undelor, sensibilităţii senzorilor spaţiali, răspunsului în frecvenţă şi interpretării datelor în condiţii de semnale perturbatoare (zgomote) puternice. Descărcarea parţială poate fi descrisă ca un impuls electric, sau o descărcare electrică într-o alveolă umplută cu un gaz, sau pe suprafaţa unui sistem izolant solid, sau lichid. Aceste impulsuri, sau descărcări şuntează parţial golurile din izolaţia dintre fază şi pământ, sau dintre faze. Aceste descărcări apar în alveolele care pot fi localizate între conductorul de cupru şi suprafaţa izolaţiei, în interiorul izolaţiei însăşi, sau între suprafaţa izolaţiei şi masa metalică a echipamentului legată la pământ (figura 1)

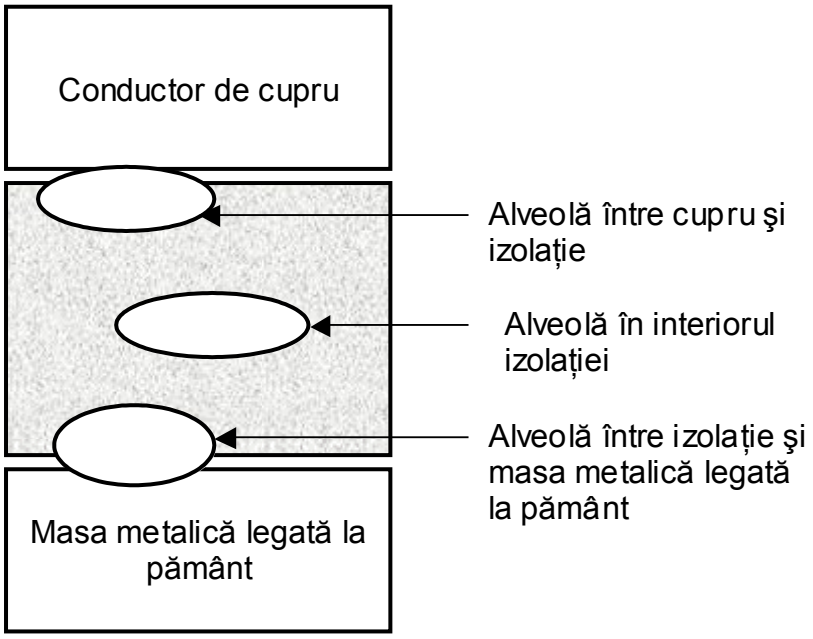

Conductor de cupru
Alveolă între cupru şi izolaţie
Alveolă în interiorul izolaţiei
Alveolă între izolaţie şi masa metalică legată la pământ
Masa metalică legată la pământ

Figura 1. **Descărcări parţiale în interiorul unui sistem izolant**

Impulsurile, cu o frecvenţă foarte mare, se atenuează rapid în propagarea spre pământ. Descărcările produc arcuri electrice foarte mici în interiorul sistemului izolant, care însă deteriorează izolaţia, putând să conducă la căderea completă a acesteia. Un alt domeniu al descărcărilor parţiale este aşa numitul „tracking” Acesta este fenomenul de apariţie a descărcărilor parţiale la suprafaţa dielectricului şi nu trebuie confundat cu descărcarea care produce conturnarea. Aceste descărcări se datorează gradienţilor mari de potenţial care apar din cauza neuniformităţii câmpului electric produsă de poluarea suprafeţei izolante (figura 2).

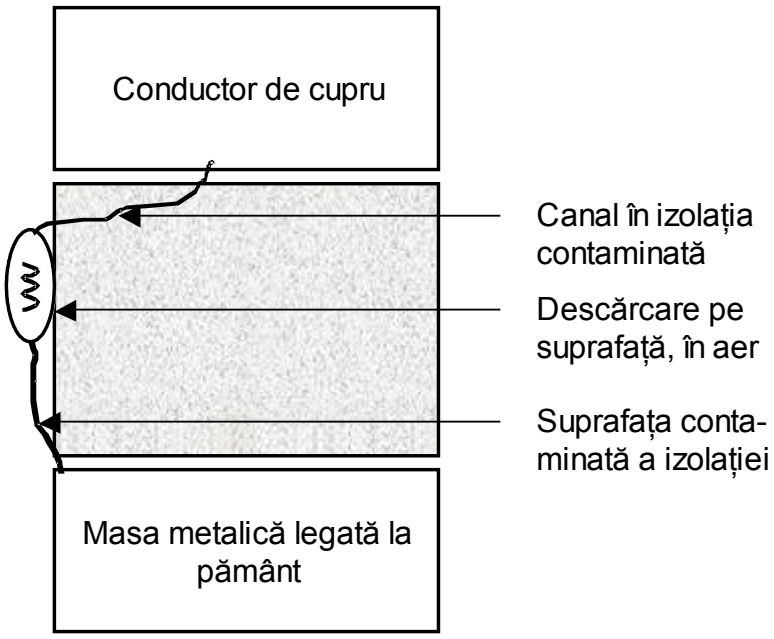

Conductor de cupru
Canal în izolația contaminată
Descărcare pe suprafață, în aer
Suprafața conta-minată a izolației
Masa metalică legată la pământ

Figura 2. **Descărcări parțiale pe suprafață**

Conceptul de urmărire a riscului prin măsurarea nivelului de DP se reduce la:

- stabilirea locului de amplasare a senzorilor şi determinarea sensibilității pe care aceştia trebuie să o aibă;
- măsurarea răspunsului sistemului izolant pentru determinarea atenuării;
- detectarea „zgomotelor" şi eliminarea acestora.

Analizele efectuate asupra rezultatelor obținute la măsurarea descărcărilor parțiale au arătat că descărcările debutează inițial cu creşterea amplitudinii odată cu creşterea timpului de solicitare, dar pot să scurtcircuiteze pelicula semiconductoare din interiorul alveolei şi descărcarea este terminată. Pelicula semiconductoare la care se face referință poate să constea dintr-un material organic izolant care se carbonizează în interiorul alveolei şi care să dea naştere distrugerii provocate de mici arcuri electrice. Din acest motiv modelul alveolei cu descărcare parțială este similar cu modelul mediului izolant. Analiza actuală a modului de deteriorare a indicat apariția unei „prăbuşiri" în alura intensității descărcărilor parțiale înainte de a se produce căderea completă a izolației.. Aceasta ar putea fi explicat prin arcurile electrice care produc carbonizarea din interiorul alveolei, ceea ce ar crea o componentă rezistivă suficient de scăzută ca să nu se producă o creştere importantă a tensiunii pe alveolă. Această componentă rezistivă scăzută permite trecerea unui curent electric important, care produce încălziri locale care au ca rezultat distrugerea izolației. Modelul de mai sus, incluzând o componentă rezistivă, corelează modul de „cădere" a izolației care conține alveole în care se produc descărcări parțiale, cu creşterea în timp a curentului de „scurgere" datorat descărcărilor parțiale. O dovadă a vizibilă a acestei componente rezistive o constituie urmele de descărcare pe suprafața izolației. Procesul de încălzire datorat acestor efecte de „tracking" duce la evaporarea peliculei. Aceasta produce scindarea peliculei în mici insule. Fiecare întrerupere în peliculă provoacă curenți de scurgere care produc mici arcuri electrice. Fiecare din acestea este foarte mic, dar efectul de încălzire este important. Aceste încălziri intense provocate de curenții de scurgere prin arcurile electrice produc modificări chimice la nivel molecular ale izolației. Un material organic care este supus frecvent acțiunii arcului electric se transformă în carbon. Aceste „mici arcuri" de-a lungul izolației – de care s-a vorbit mai sus – pot fi reprezentate prin activitatea descărcărilor parțiale. Figura 3 ilustrează modul de cădere al unei izolații deteriorate relativ la intensitatea descărcărilor parțiale.

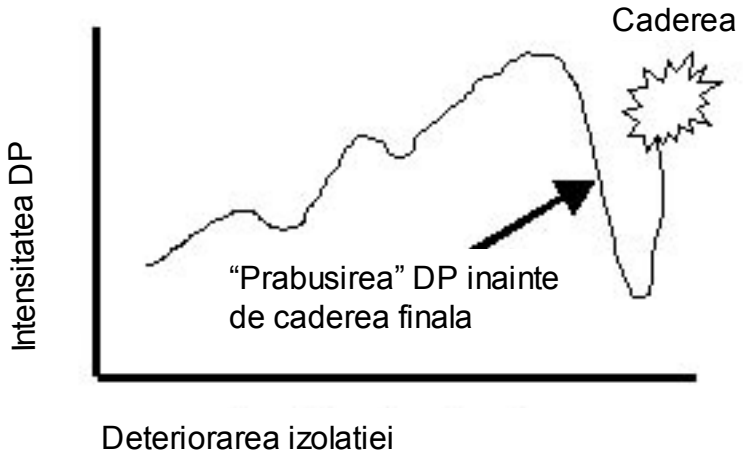


Figura 3. **Evolutia DP in modul de cadere a izolatiei**

Intr-un punct apropiat unei eventuale căderi, efectul de „tracking" şi componenta rezistivă a izolației cresc până într-un punct în care descărcările parțiale încep să se reducă ca urmare a „micilor arcuri" care cauzează carbonizarea şi tracking –ul, astfel încât apare o cale directă pentru scurgerea de curent. In acest moment deteriorarea izolației poate să fie detectată cu mijloacele clasice de încercare – cum ar fi măsurarea rezistenței de izolație prin metoda megohmetrului. Din aceste motive, măsurarea on –line a descărcărilor parțiale şi metoda clasică de verificare a izolației sunt metode complementare. Măsurarea on – line a descărcărilor parțiale poate să detecteze deteriorarea izolației într-o fază progresivă, cu identificarea tendințelor de deteriorare cu mult timp înainte de a se produce căderea. Măsurarea clasică a rezistenței de izolație determină o stare în care au apărut curenții de scurgere în sistemul izolant.

Descărcările parțiale se produc în primul şi în al treilea sfert de perioadă al fiecărui ciclu al tensiunii. In timpul primului sfert de perioadă, pozitiv, o descărcare, sau un scurtcircuit parțial, apare ca un impuls cu orientare negativă. Acesta se manifestă ca o descărcare cu polaritate negativă, care se produce în timpul creşterii tensiunii pozitive aplicată alveolei. In timpul celui de al treilea sfert de perioadă, scurtcircuitul parțial apare ca un impuls pozitiv. Acesta se manifestă ca o descărcare cu polaritate pozitivă, care se produce în timpul creşterii tensiunii negative aplicată alveolei. Aceste fenomene sunt reprezentate în figura 4, unde impulsurile au fost în mod exagerat mărite pentru înțelegerea mai facilă. In realitate aceste impulsuri nu pot fi măsurate cu aparatura de măsură clasică, ele fiind în domeniul frecvențelor înalte şi având amplitudini în domeniul milivolților, atingând maximum valori de ordinul volților.

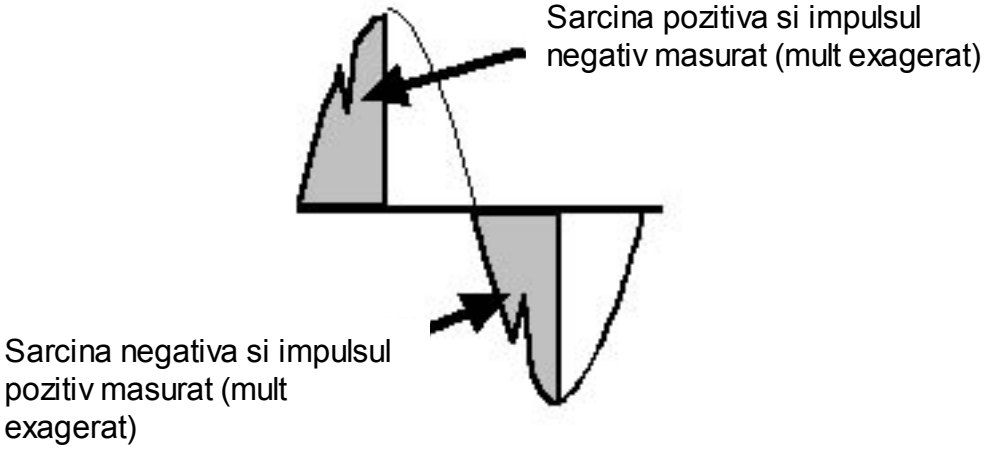

Sarcina pozitiva si impulsul negativ masurat (mult exagerat)
Sarcina negativa si impulsul pozitiv masurat (mult exagerat)

Figura 4. **Reprezentarea exagerata a impulsurilor negativ si pozitiv masurate**

In urma măsurătorilor impulsurilor de tensiune, s-a stabilit că impulsurile cu polaritate negativă apar in timpul primului sfert de perioada, pe porțiunea crescătoare a undei tensiunii, iar impulsurile de polaritate pozitivă apar in timpul celui de al treilea sfert de perioadă, pe porțiunea descrescătoare a undei tensiunii. Dacă se vizualizează semnalele produse de descăarcările parțiale, conform cu cele de mai sus, într-un grafic tridimensional, se observă două zone critice pe parcusul unei perioade de 360 grade. Intervalul de 360 grade se împarte în mod uzual în patru zone, astfel încît nivelul descărcărilor parțiale din primul sfert al perioadei tensiunii, sau descărcările cu polaritate negativă. se pot compara cu cele din al treilea sfert al ciclului, sau cu descărcările cu polaritate pozitivă. Diferențele dintre cele pozitive si negative vor fi cele care vor constitui baza acțiunilor corective. In figura 5 se prezintă rezultatele obținute la două măsurători, într-un grafic tridimensional, în care pe o axă s-a reprezentat amplitudinea descărcărilor parțiale, exprimată în milivolți, pe cealaltă axă s-a reprezentat rata frecvenței de repetiție a descărcărilor, exprimată în număr de descărcări parțiale pe durata unui ciclu al tensiunii alternative de frecvență industrială, iar pe a treia axă este reprezentat momentul apariției descărcărilor parțiale, exprimat în grade electrice, pe durata unei perioade.

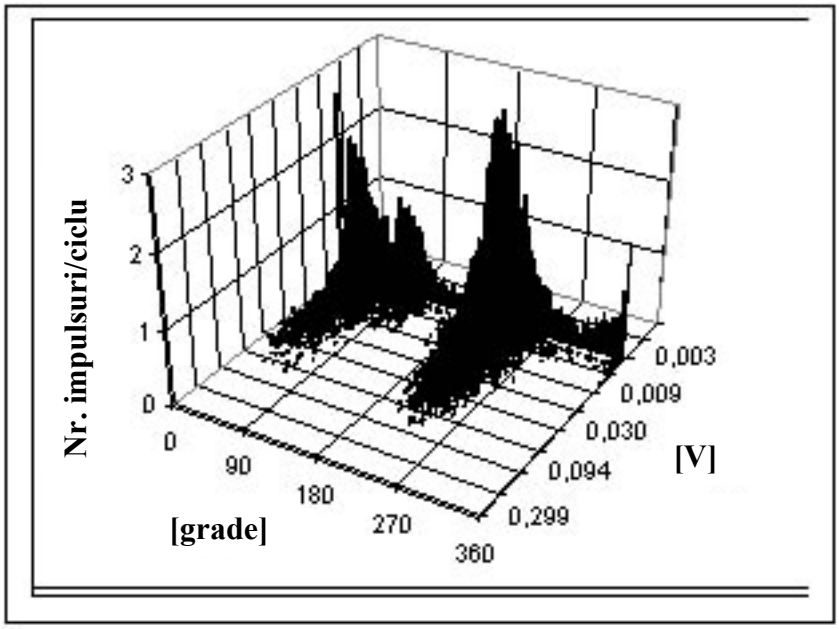


Figura 5. Reprezentare spațială a descărcărilor parțiale

Rata de repetiție a impulsurilor indică numărul de descărcări care se produc la diferite nivele ale amplitudinii. Ambele joacă un rol important pentru determinarea condițiilor în care se gaseşte izolația. La măsurătorile efectuate în regim on-line la echipamentele aflate in funcțiune, nivelul amplitudinii se calibrează pentru a reflecta sarcina, exprimată in picocoulombi. Avantajul unei astfel de calibrări constă în faptul că se pot compara echipamente similare şi mai ales în reflectarea tendinței activității descărcărilor parțiale în timp. Măsurarea descărcărilor parțiale în regim on-line permite analiza şi previzionarea echipamentelui electric.

Ilustrarea activității descărcărilor parțiale raportată la o perioadă de 360 grade a unui ciclu al tensiunii alternative, permite identificarea cauzelor principale ale acestora, astfel încât se pot stabili acțiunile corective care sa fie implementate.

Al concept mai nou are în vedere efectele impulsurilor negative, care apar în primul sfert al perioadei, pe unda crescătoare, corelat cu impulsurile de polaritate pozitivă, care apar în tipul celui de al treilea sfert al perioadei. S-a constatat că descărcările de polaritate pozitivă sunt mai puternice decât descărcările de polaritate negativă atunci când alveolele se găsesc între izolație şi partea metalică legată la pământ a echipamentului, sau când apar pe capetele înfăşurărilor, sau când sunt alveole pe suprafața izolației. S-a constatat deasemenea că descărcările de polaritate negativă sunt mai intense decât descărcările de polaritate pozitivă atunci când sunt cauzate de alveole care se găsesc între materialul conductor al căii de curent şi izolație.

Aceste fenomene depid de nivelul de tensiune aplicat alveolei, de forma alveolei şi de materialul care constituie anodul şi catodul. Materialul critic este cel al catodului, deoarece catodul eliberează electroni liberi care permit producerea descărcării parțiale. In figura 6 sunt reprezentate repartițiile descărcărilor parțiale pe cele două zone ale perioadei tensiunii aplicate, funcție de diferite materiale ale catodului. In acestă figură sunt reprezentate măsurătorile de descărcări parțiale efectuate pentru diferite materiale utilizate pentru anozi şi catozi, precum şi evoluția descărcărilor parțiale în cele două sferturi de perioadă, pe panta crescătoare, respectiv descrescătoare a sinusoidei. Caracteristicile cuprului şi ale masei metalice legate la pământ definesc catodul, relativ la caracteristicile lor conductoare. Când izolația devine catod şi descărcarea parțială se produce la suprafața acesteia, se produce plasma. Plasma este o sursă foarte bună de electroni liberi, care dezvoltă descărcarea parțială, şi în plus, descarcă suprafața, extinzându-o la natura unei suprafețe de plasmă. Rezultatul este o tendință puternică de producere a descărcărilor parțiale atunci când izolația joacă rolul de catod.

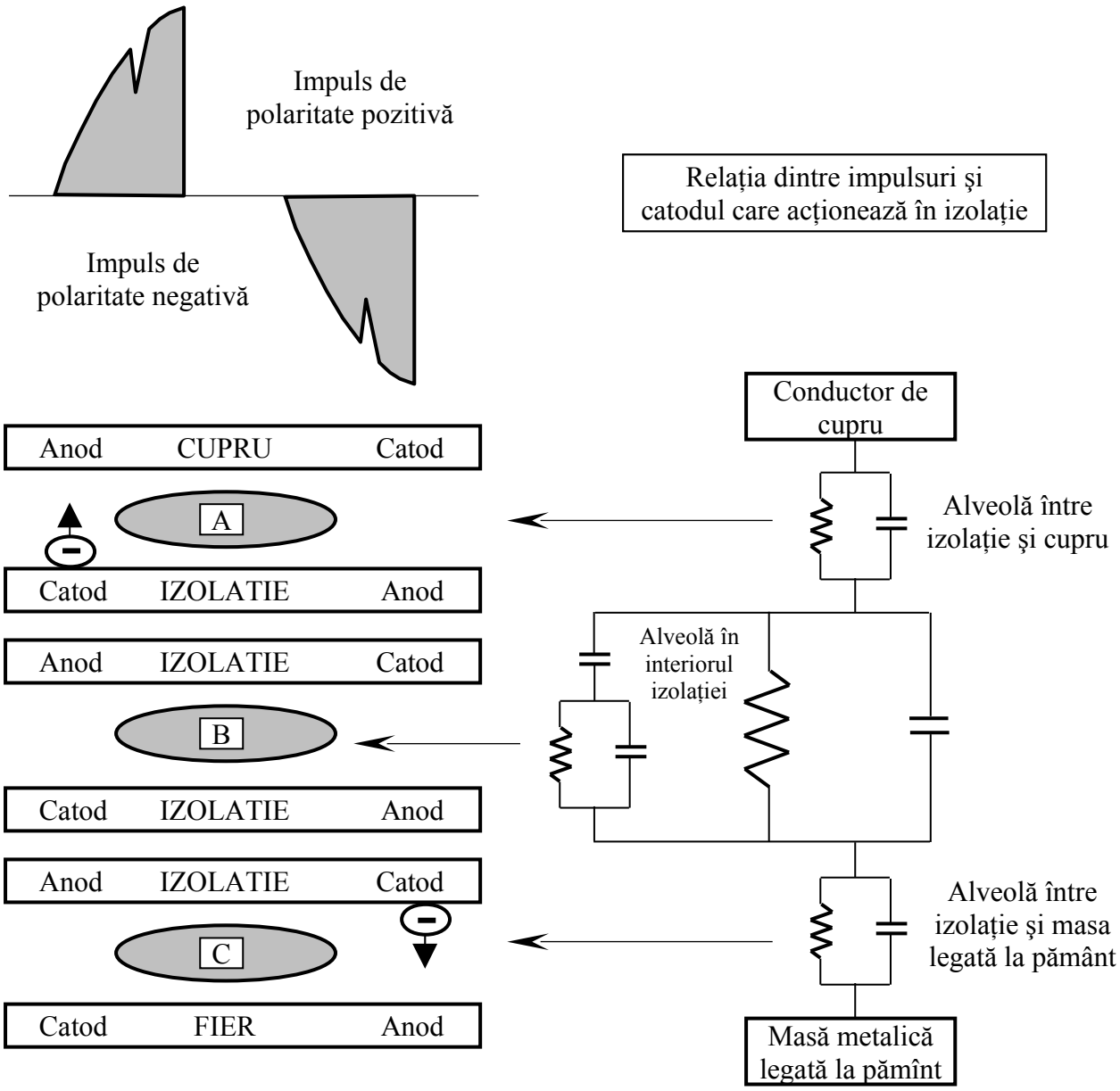


Figura 6. **Reprezentarea influenței materialului care joacă rolul de catod, asupra intensității descărcărilor parțiale.**

Pentru impulsurile de polaritate negativă, apărute în primul sfert al perioadei, izolația se comportă ca un catod pentru alveolele din spațiul material conductor (cupru) - izolație (figura 6 - A). In timpul acestor impulsuri de polaritate negativă se produce o tendință foarte puternică de descărcări în spațiul din apropierea materialului conductor. In acest fel, dacă impulsurile de polaritate negativă exced impulsurile de polaritate pozitivă, cauza trebuie căutată în alveolele dintre spațiul materialului conductor si izolație.

Pentru impulsurile de polaritate pozitivă, apărute în timpul celui de al treilea sfert de perioadă, izolația acționează ca un catod pentru alveolele dintre izolație şi masa metalică legată la pământ (figura 6 - C). In timpul acestor impulsuri de polaritate pozitivă apare o tendință puternică de producere a descărcărilor în alveolele dintre izolație si masa metalică. Astfel, dacă impulsurile pozitive exced impulsurile de polaritate negativă, cauza constă în alveolele existente între izolație şi masa metalică, sau în suprafața de tracking, în care apar punți între izolația externă şi masa metalică.

Trebuie specificat că dacă alveolele sunt în interiorul materialului izolant însăşi (figura 6 - B),

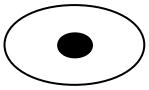
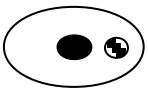
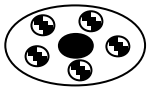
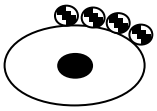
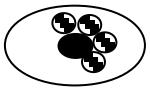
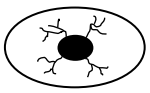
atunci pentru ambele impulsuri, de polaritate negativă şi pozitivă, catodul este constituit de însăşi izolaţie. In acest caz, când impulsurile pozitive şi negative sunt echivalente, ele se datorează alveolelor existente în izolaţie şi nu celor dintre izolaţie şi cupru, sau masa metalică legată la pământ.

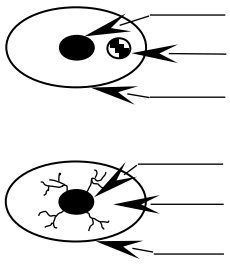
Tabelul de mai jos ilustrează relaţiile dintre rezultatele masurării descărcărilor parţiale şi metodele clasice de încercare. Modelul izolaţiei, reprezentat în prima coloană, prezintă conductoarele interne de cupru, suprafaţa izolaţiei exterioare şi diferite formaţii de alveole din interiorul izolaţiei. A doua coloană defineşte starea izolaţiei. A treia, a patra şi a cincea coloană prezintă rezultatele pentru urmatoarele încercări clasice: măsurarea rezistenţei de izolaţie în curent continuu, măsurarea indicelui de polarizare (raportul rezitenţelor de izolaţie măsurate la 1 minut şi la 10 minute) şi încercarea cu tensiune înaltă continuă (cu monitorizarea curentului de scurgere). A şasea coloană include rezultatele obţinute la măsurarea descărcărilor parţiale.

Pentru izolatia considerată "bună", sau "la limită" rezultatele sunt similare pentru toate metodele de măsură. Pentru izolatia care este "Proastă, dar fără degradări" testele de masură clasice vor indica rezultate false, sau puţin probabile, în timp ce descărcările parţiale indică prezenţa alveolelor în interiorul izolaţiei. Condiţia « inacceptabil » pentri izolaţie nu poate fi diferenţiată cu metodele clasice de încercare, în timp ce descărcările parţiale indică regiuni ale izolaţiei care cuprind alveole, astfel încât se pot stabili metodele corective cele mai indicate.

Pentru conditiile de « la limita căderii », arcurile electrice produse de descărcările parţiale pot să fie progresive într-un punct în care apare defectul permanent, sau să se producă conturnări de tip "tracking", astfel încât nivelul de descărcări parţiale să scadă. Aceasta este ilustrat în figura 3. In timpul acestor condiţii metodele clasice au o acuratete mai ridicată pentru reflectarea stării izolaţiei, dar trebuie să se ţină seama de faptul că încercarea cu tensiune mărită poate să producă căderea izolaţiei în timpul testului.

Comparaţie între măsurătorile de descărcări parţiale şi măsurătorile clasice

Modelul izolaţiei	Starea izolaţiei	Indicaţia dată de rezistenţa de izolaţie	Indicaţia dată de indicele de polarizare	Indicaţia dată de curentul de scurgere	Indicaţia dată de descărcările parţiale
	Bună	Corectă	Bună	Curentul de scurgere este linear şi de valoare minimă (raportat la tensiune)	Practic nu se pot măsura descărcări parţiale
	La limită	Corectă	Corectă	Curentul de scurgere este stabil (raportat la tensiune)	Descărcări minime, cu impulsuri pozitive şi negative comparabile
	Proastă, dar fără degradări	Falsă	Falsă	Curentul de scurgere este nelinear (raportat la tensiuni)	Apariţii de descărcări parţiale care arată probleme de izolaţie
	Cu suprafaţă depreciată (necesită curăţare, sau acoperire de protecţie)	Nesatisfă-cătoare	Nesatisfă-cătoare	Curent de scurgere mare. Se recomandă renunţarea la încercarea cu tensiune mărită	Descărcări puternice de polaritate pozitivă care indică apariţia tracking-ului
	Inacceptabilă (necesită reparaţii majore, sau schimbare)			Scăderea tensiunii în timpul încercării	Descărcări puternice de polaritate negativă care indică alveole în apropierea conductorului de cupru
	La limita căderii (arcurile electrice produse de DP au cauzat carbonizare şi tracking	Improbabilă	Improbabilă	Curent de scurgere mare şi cădere probabilă în timpul încercării	Descărcări parţiale minime. Arcurile produse de DP au progresat până în punctul în care s-au produs deteriorări permanente (a apărut tracking-ul)



Conductor interior de cupru
Alveolă în interiorul izolaţiei, în care apar DP
Suprafaţă exterioară a izolaţiei

Conductor interior de cupru
Descărcări de suprafaţă (tracking) produse de DP
Suprafaţă exterioară a izolaţiei

Descrierea

Aşa cum s-a văzut mai înainte, descărcările parţiale sunt impulsuri de înaltă frecvenţă, care apar în diverse secţiuni din interiorul izolaţiei. Aceste impulsuri generează semnale de curent şi de tensiune, care se scurg catre pământ. Se disting trei metode de măsură a descărcărilor parţiale, care se aplică astăzi în practică.

Prima utilizează semnalele de tensiune care se produc ca urmare a descărcărilor parţiale. Aceste semnale sub forma impulsurilor de tensiune sunt atenuate rapid în procesul de propagare de la reţeaua de descărcări. O metodă constă în folosirea condensatoarelor de cuplaj legat direct la terminalele echipamentului. Deoarece aceste traductoare sunt legate la terminalele echipamentului, ele nu pot localiza locul de producere a descărcărilor, din cauza atenuării care face ca semnlele utile să fie comparabile cu nivelul zgomotului de fond. Aceasta permite identificarea numai a descărcărilor care se produc în imediata apropiere a terminalelor echipamentului.. Montarea acestor condensatoare necesită întreruperea funcţionării echipamentului.

Se folosesc metode bazate pe analiza în timp a pantei semnalului, care permit decelarea semnalului util de semnalul de fond. In principiu, metoda se bazează pe faptul că zgomotele externe ale echipamentului au o creştere în timp mai lentă decât semnalul de tensiune produs de descărcările parţiale din interiorul echipamentului, care au o frecvenţă mare şi o creştere rapidă în timp. O problemă cu aceasta aproximare este în cazul evaluării nivelulului de descărcări parţiale la generatoare, unde periile de la excitaţie produc scâteieri cu frecvenţă şi creştere rapidă în timp în interiorul maşinii,. astfel încât rezultatele măsurătorilor să fie falsificate. Aceste indicaţii false ale descărcărilor interioare pot fi eliminate printr-o detectare, identificare şi eliminare corespunzătoare din semnalul care se analizează. Capacitatile legate la terminale pot deasemenea să elimine descărcările parţiale interne care o creştere lentă în timp, datorată atenuării din interiorul izolatiei, deoarece tehnologia de eliminare a semnalelor cu creştere lentă în timp acţionează prin eliminarea acestor semnale. Cu toate acestea, măsuratorile descărcărilor parţiale efectuate cu condensatoare de cuplaj permit identificarea condiţiilor de deteriorare a izolaţiei.

A doua metodă de obţinere a unui nivel al impulsurilor de tensiune datorate descărcărilor parţiale este de a ataşa dispozitive speciale la conectoarele externe ale traductoarelor de temperatura introduse de fabricat în echipament. Aceste traductoare sunt expuse impulsurilor produse de descărcările parţiale, care călătoresc prin izolaţie. Rezultatele obţinute la măsurători au arătat că traductoarele de temperatură din interiorul echipamentului pot să achiziţioneze semnalele produse de descărcările parţiale mai bine chiar decât transformatoarele de curent de radiofrecvenţă care se montează pe conductorul de legare la pământ al echipamentului de protecţie la supratensiuni (de exemplu bateriile de condensatoare de la bornele motoarelor). In plus, fabricantul montează traductoarele de temperatură în locurile în care se produc încălzirile cele mai mari şi în care este şi cea mai probabilă apariţia alveolelor din cauza solicitărilor termice ale materialului izolant. Racordarea la aceste traductoare nu necesită întreruperea funcţionării echipamentului, astfel că măsurătoarea se pote efectua imediat. Si în acest caz, la fel ca şi la utilizarea condensatoarelor de cuplaj racordate la bornele echipamentului, trebuie identificat şi eliminat zgomotul. Tehnicile evoluate de monitorizare a descărcărilor parţiale utilizează înregistratoare cu opt canale, cu ajutorul cărora se poate face o diminuare acceptabilă a zgomotului.

A treia metodă utilizată frecvent pentru măsurarea nivelului descărcărilor parţiale foloseşte transformatoare de curent de înaltă frecvenţă (de radio frecvenţă), care se racordează pe conductorul de legare la pământ al condensatoarelor de limitare a supratensiunilor (în cazul motoarelor. Acestea sunt în general mai sensibile decăt condensatoarele de cuplaj.

In afara acestor metode consacrate, se mai folosesc şi alte metode bazate pe efectele secundare produse de descărcările parțiale. In acest sens se poate specifica metoda detectării ultrasonore, în care se utilizează microfoane foarte sensibile în domeniul ultrasunetelor. Metoda are în vedere faptul că descărcările parțiale produc unde în domeniul ultrasonor.

<table>
<tr><th>Nr. crt.</th><th>Denumirea probei</th><th>Condiţiile de execuţie a probei</th><th>Indicaţiile şi valorile de control</th><th>Momentul efectuării probei</th><th>Observaţii</th></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr>
<td>2.1</td>
<td>Măsurarea rezistenţei de izolaţie a înfăşurărilor şi determinarea coeficientului de absorbţie</td>
<td>a) Măsurarea rezistenţei de izolaţie se face cu megohmmetrul, conform tabelului :
<table>
<tr><th>Tensiunea înfăşurărilor</th><th>Tensiunea megohmmetrului</th></tr>
<tr><td>≤ 1000</td><td>500</td></tr>
<tr><td>1000-3000</td><td>1000</td></tr>
<tr><td>>3000</td><td>2500-5000</td></tr>
</table>
Se măsoară şi se notează temperatura înfăşurărilor.
De preferinţă, măsurarea se face la temperatura mediului ambiant.

b) Pentru măsurarea rezistenţei de izolaţie a înfăşurării rotorice faţă de masă se va utiliza un megohmmetru de 1000 V.
c) Pentru aprecierea gradului de umiditate la maşini cu U≥ 3000 V şi P≥ 300 kW (sau ≥ 300 kVA) se măsoară R_{60} şi R_{15} .</td>
<td>a) Valorile obţinute nu trebuie să fie mai mici de 50% din datele de la PIF, la aceeaşi temperatură. În lipsa acestora, rezistenţa de izolaţie trebuie să fie:
- la maşini cu $U_n \leq 1000$ V,
$R_{iz} > 1$ MΩ ;
- la maşini cu $U_n > 1000$ V,
$R_{iz} \geq KU_n$ (V)/î1000+(S(kVA)/100)ş (MΩ)
Coeficientul K de variaţie a rezistenţei de izolaţie cu temperatura are valorile:
<table>
<tr><td>^oC</td><td>75</td><td>70</td><td>60</td><td>50</td><td>40</td><td>30</td><td>20</td><td>10</td></tr>
<tr><td>K</td><td>1,0</td><td>1,2</td><td>1,8</td><td>2,6</td><td>3,9</td><td>5,5</td><td>8,5</td><td>12</td></tr>
</table>
b) $R_{iz} > 1$ MΩ

c) $K_{abs} = R_{60}/R_{15} \geq 1,3$,
pentru temperaturi ale înfăşurărilor între 10 şi 30 ^oC
23^o</td>
<td>- PIF,RT,RC,RK
- Intervenţii la înfăşurări</td>
<td></td>
</tr>
</table>

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
2.2	Măsurarea rezistenței de izolație a circuitului de excitație, inclusiv a suporturilor portperiilor	Cu megohmmetrul de 1000 V	Valoarea minimă: 1 $M\Omega$	- PIF, RC, RK	
2.3	Măsurarea rezistenței de izolație a lagărului	a) Cu maşina în stare de repaus măsurătorile se fac cu megohmmetrul de 500 V, conductele de ulei fiind racordate b) În timpul funcționării se măsoară cu un voltmetru de curent alternativ tensiunile între capetele arborelui şi între corpul lagărului izolat şi placa de fundație cu pelicula de ulei şuntată.	a) R_{iz} >50% din valoarea de referință sau în lipsa acesteia: $R_{iz} \geq 1\ M\Omega$ la turbogeneratoare $R_{iz} \geq 0{,}3\ M\Omega$ la hidrogeneratoare b) Valorile tensiunii nu se normează.	a) PIF şi după oricare intervenție la lagăre b) În timpul funcționării: o dată pe lună	Dacă maşina nu are borna pentru măsură, se va monta o garnitură între fusul arborelui şi cuzinet în zona acestui lagăr pe durata măsurătorii.
2.4	Măsurarea rezistenței de izolație a traductoarelor de temperatură	Cu megohmmetrul de 100-500 V Măsurarea se va face la placa de borne a traductoarelor, după desfa-cerea legăturilor	R_{iz} >0,5 $M\Omega$	- PIF - RC - RK	

		la pământ.			
2.5	Măsurarea rezistenței de izolație a buloanelor de fixare a statorului pe fundație, dacă sunt izolate	Cu megohmmetrul de 500 sau 100 V	R_{iz} >1 MΩ	- PIF - RC - RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
2.6	Încercarea izolației înfăşurării statorice cu tensiune continuă mărită (facultativ)	Tensiunea maximă de încercare $U_{înc.c.c.}$=1,6 $U_{înc.c.a.}$ Creşterea tensiunii peste valoarea 0,5 $U_{înc.c.c.}$ se va face în trepte de circa 2 kV. Viteza de creştere va fi constantă. Se măsoară curentul de scurgere (fugă) şi se trasează curba: $I_{scurgere}$=f ($U_{aplicat}$). Curentul de scurgere se măsoară la 15 s după ridicarea tensiunii la o nouă treaptă. Proba se opreşte la apariția cotului în curba de mai sus. Proba se face pentru fiecare fază în parte, celelalte două faze fiind legate la masă.	Valorile curentului de scurgere nu se normează. Se compară cu valorile măsurate anterior.	În toate cazurile de la pct.2.7.	Proba nu se poate executa la generatoare-le răcite cu apă, dacă inelele colectoare de apă nu sunt izolate față de masă. Proba se poate totuşi face numai după uscarea prea-labilă a circuitului hidraulic prin tehnica vidului.

2.7	Încercarea izolației înfăşurării statorice cu tensiune alternativă mărită, 50 Hz (aplicată)	Se încearcă fiecare fază separat față de masă, celelalte două faze fiind legate la masă. Valoarea tensiunii de încercare: $U_{înc} = K (2U_n + 1 kV)$. Înainte şi după efectuarea acestei probe se va măsura rezistența de izolație.	Izolația trebuie să reziste la tensiunea de încercare timp de 1 min. Valorile coeficientului K : K = 1 în fabrică; K = 1 pentru partea de înfăşurare înlocuită; K = 0,85 la punerea în funcțiune; K = 0,75 pentru toată înfăşurarea după reparația parțială sau după avarii care au afectat înfăşurarea statorică;	- PIF - În urma unor solicitări electrodinamice anormale (scurtcircuit în apropierea bornelor, sincroniza-re defectuoasă etc.), dacă se consideră necesar. - La orice intervenții la înfăşurări, cu	La înfăşurările răcite cu apă, proba se efectuează cu circuitul de apă în funcțiune. Conductivitatea apei trebuie să fie mult mai mică valoarea

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			K = 0,65 profilactic. **Observație**. Bobinele noi, înainte şi pe parcursul montajului, se verifică conform instrucțiunilor furnizorului acestor bobine. În cazul executării probei cu generatorul închis, se vor respecta indicațiile din coloana 6, iar valoarea tensiunii de încercare se va reduce cu 2 kV.	scoaterea barelor din crestături sau înlocuirea parțială a înfăşurării. - Încercarea profilactică se va efectua dacă există incertitudini asupra stării bobinajului (îmbătrânirea izolației, eroziuni, murdărie), cu ocazia reparațiilor.	din exploatare indicată de furnizor. Încercarea cu tensiune mărită se execută, de regulă, cu generatorul deschis, pentru a se putea vizualiza locul cu defect şi să se stingă începutul de incen-diu, dacă acesta apare, cu CO_2 sau cu praf şi CO_2.

					- Încercarea se poate executa şi cu generatorul închis, însă numai în condiţiile existenţei în generator a unui mediu care stinge focul (CO_2 sau H_2 puritate nominală). În acest caz încercarea se execută numai în situaţia apariţiei unei solicitări electrodinamice anormale.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
					La generatoarele răcite cu aer se va urmări vizual efectul încercării şi se va interveni cu instalaţii de stins incendiul

					în cazul apariției unei flăcări.
2.8	Încercarea izolației înfăşurării rotorice cu tensiune alternativă mărită	Valoarea de bază a tensiunii de încercare notată cu $U_{înc.b}$ este de 10 ori tensiunea nominală de excitație, însă 1000 V ≤ $U_{înc.b}$ ≤ 3500. În cazul turbogeneratoarelor încer-carea se va executa cu valorile: - rotor oprit, înainte de montarea bandajelor: $U_{înc} = K (U_{înc.b} + 500 V)$ - rotor oprit, cu bandaje montate: $U_{înc} = KU_{înc.b}$ - rotor pe standul de echilibrare la turație nominală: $U_{înc} = K (U_{înc.b} -1000 V)$	Izolația trebuie să reziste la tensiunea de încercare timp de 1 min. Valorile coeficientului K: K = 1 în fabrică pentru rotor nou sau în caz de rebobinare completă; K = 0,75 după reparații parțiale sau profilactic după avarii care au afectat înfăşurarea rotorică.	- PIF - La orice intervenție la înfăşurare rotorică	**Atenție!** Încercarea cu megohmmetrul de 1000 V se va executa obligatoriu şi la turație nominală cu excitația scosă din circuit.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		- profilactic, în exploatare, încercarea se execută cu megohmmetrul de 1000 V. În cazul hidrogeneratoarelor încercarea se			

		execută cu valoarea: $U_{înc} = KU_{înc.b}$			
2.9	Măsurarea variației factorului de pierderi dielectrice ($tg\delta$) cu tensiunea aplicată la înfăşurările statorice	Măsurătoarea se execută cu o punte Shering: - Tensiunea de încercare: între 0,1 U_n şi 0,8 U_n în trepte de 0,1 U_n. - Proba se execută cu desfacerea legăturilor dintre borne şi barele capsulate. - Se măsoară fiecare fază separat față de masă, celelalte două faze fiind legate la masă. - La fiecare măsurătoare se va nota şi temperatura înfăşurării. - Se trasează curba $tg\delta = f(U)$. - Se calculează variația capacității ca raport între diferența capacităților măsurate la 0,8 U_n şi 0,2 U_n şi capacitatea la 0,2 U_n: dC/C=îC(0,8)-C(0,2)şx100/C(0,2)	Variația $tg\delta$ între 0,2 U_n şi 0,8 U_n nu trebuie să fie mai mare de 20% față de valorile de referință (izolație în stare nouă) măsurate la aceeaşi tempera-tură a înfăşurării. Tensiunea de apariție a pragului de ionizare, respectiv cotul ce apare în curba $tg\delta = f(U)$, trebuie să fie mai mare de 0,6 U_n. În cazul în care cotul nu este evident, se ia în considerație intersecția asimptotelor la cele două porțiuni ale curbei. Variația capacității nu trebuie să fie mai mare de 20% față de valorile de referință (izolație în stare nouă), măsurate la aceeaşi temperatură a înfăşurării.	- PIF, RC, RK - Intervenții la înfăşurări cu scoaterea barelor din crestături	La generatoarele răcite cu apă, proba se face cu circuitul de apă în funcțiune. Conductivitatea apei trebuie să fie mult mai mică decât valoarea din exploatare indicată de furnizor.
2.10	Verificarea barelor de legătură între generator şi transformator	a) Încercarea cu tensiune mărită alternativă aplicată izolației barelor față de masă	a) Izolația trebuie să reziste la tensiunea de încercare timp de 1 min.	- PIF - Intervenții la bare, ecrane	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Se efectuează cu barele separate de			

		generator şi transformator. Tensiunea de încercare: $U_{înc} = 2,5\ U_n$ b) Verificarea încălzirii (inclusiv elementele de susținere) Verificarea se face la proba de scurtcircuit a generatorului cu $I_{înc}=1,2\ I_n$ timp de 30 min.	b) Încălzirea nu trebuie să depăşească încălzirea admisă de clasa de izolație. Nu trebuie să apară încălziri locale mai mari decât în rest.	- PIF - Intervenții la bare, ecrane	
2.11	Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurărilor statorice	Măsurătoarea se execută cu metoda voltmetrului şi ampermetrului. Se măsoară fiecare fază în parte. Se vor face câte trei determinări la trei curenți diferiți. Se calculează valoarea medie pentru fiecare fază. Se măsoară şi se notează temperatura stabilizată a înfăşurării. Curentul maxim de încercare: $0,1\ I_n$	Rezultatele măsurătorilor nu trebuie să difere cu mai mult de 5% între faze şi cu 5% față de valoarea din fabrică.	- PIF, RC, RK - Intervenții la înfăşurări, cu scoaterea barelor din crestături	La generatoarele răcite cu apă, proba se face cu circuitul de apă în funcțiune. Conductivitatea apei trebuie să fie mult mai mică decât valoarea din exploatare indicată de furnizor.
2.12	Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurării rotorice	Măsurătoarea se execută cu metoda voltmetrului şi ampermetrului. Se vor face câte trei determinări la trei curenți diferiți. Se calculează valoarea	Rezultatele măsurătorilor nu trebuie să difere cu mai mult de 5% față de datele din fabrică (la aceeaşi temperatură).	- PIF, RC, RK - La orice intervenție la înfăşurare sau la conexiuni	

		medie.			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Se măsoară şi se notează temperatura stabilizată a înfăşurării. Curentul maxim de încercare: 0,1 I_n			
2.13	Determinarea principalelor caracteristici electrice după învârtirea generatorului la turaţia nominală	a) Caracteristica de scurtcircuit trifazat permanent la borne Se ridică curba $I_k = f(I_{ex})$ pentru valori crescătoare ale curentului statoric şi ale curentului de excitaţie. Curba se ridică până la valoarea curentului statoric: $I_k = 1,05\ I_n$. În timpul probei se permit variaţii ale frecvenţei (turaţiei) până la ± 20% din valoarea nominală, fără corecţii. Se măsoară curenţii de fază pe cele trei faze şi se face media lor aritmetică. Se determină coeficientul de asimetrie a curentului nominal ca raportul dintre diferenţa între valorile maxime şi minime ale celor trei curenţi măsuraţi şi valoarea medie a lor: $k_{si} = (I_{nmax.} - I_{nmin.}).100/I_{nmed.}$, unde: $I_{nmed.} = (I_{nR} + I_{nS} + I_{nT})/3$	Se compară cu caracteristicile date de furnizor. a) Curentul de excitaţie la mers în scurtcircuit corespunzător curentului nominal nu trebuie să difere cu mai mult de 5% de valoarea de la PIF în stare nouă. Coeficientul de asimetrie al curentului nominal trebuie să fie mai mic de 1%.	a) PIF, RK	

		b) Verificarea încălzirii barelor de legătură între generator şi transformator (inclusiv elementele de susţinere) se face după ridicarea curbei de scurtcircuit, la valoarea $I_K=1,2\ I_n$ timp de 30 de minute.	b) Încălzirea nu trebuie să depăşească încălzirea admisă de clasa de izolaţie (STAS 1897/1-87). Nu trebuie să apară încălziri locale mai mari decât în rest.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		c) Caracteristicile de mers în gol Se ridică curba $U_o=f(I_{ex})$ pentru valori uniform crescătoare şi apoi uniform descrescătoare (fără reveniri la valori anterioare) ale tensiunii la bornele generatorului şi curentului de excitaţie. U_o este valoarea maximă de încercare cu tensiune indusă a transformatorului bloc, în cazul în care este racordat. Se măsoară cele trei tensiuni între faze şi se face media lor aritmetică. Curba se ridică până la valoarea tensiunii la borne $U_o=1,1U_n$ pentru turbogeneratoare şi $U_o=1,3\ U_n$ pentru hidrogeneratoare. În cazul în care nu se poate menţine turaţia (frecvenţa) constantă la valoarea nominală, valorile tensiunii se recalculează cu relaţia:	c) Curentul de excitaţie la mers în gol, corespunzător tensiunii nominale, nu trebuie să difere cu mai mult de 5% de valoarea de la PIF în stare nouă. Coeficientul de asimetrie al tensiunii nominale trebuie să fie mai mic de 1%. Tensiunea remanentă trebuie să fie sub 100 V.	b) PIF, RK şi orice intervenţie la înfăşurările statorice şi rotorice	

		$U_{o\,med.} = U_{o'med.} \times nn/n'$, unde: $U_{o\,med.}$ este valoarea medie a tensiunilor măsurate la turația n' diferită de turația nominală nn. Se determină coeficientul de asimetrie al tensiunii nominale, ca raportul dintre diferența între valorile maxime şi minime			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		ale celor trei tensiuni măsurate între faze şi valoarea medie a lor: $k_{su} = (U_{nmax.} - U_{nmin.}) \times 100/U_{nmed.}$: unde: $U_{nmed.} = (U_{nRS} + U_{nST} + U_{nTR})/3$ Se măsoară tensiunea remanentă cu generatorul la turație nominală, cu excitația declanşată (gol neexcitat) după ridicarea caracteristicii de gol. Se măsoară direct la bornele generatorului cele trei tensiuni între faze. Se face media lor aritmetică. d) Se măsoară prin oscilografiere timpul	d) Timpul de stingere nu se normează.	d) PIF	

		de stingere al câmpului magnetic din circuitul rotoric. Se ridică curba U_{gen}=f(t) din momentul deconectării circuitului rotoric. Încercarea se face la U_n.	Abaterile față de caracteristicile indicate de fabrică sau față de valorile inițiale nu trebuie să depăşească limitele de precizie ale instrumentelor de măsură. Operația se repetă de 3-5 ori, cu urmărirea comportării ADR.	Lucrări la ADR	
2.14	Încercarea fierului activ	Încercarea constă în încălzirea fierului activ statoric prin inducție. Timpul de încercare, la o inducție de circa 1T, este de 90 min, iar la 1,41T de 45 min. Temperatura se măsoară cu termometre cu alcool sau termocuple în minimum	Diferența maximă de încălzire în diverse puncte să nu fie mai mare de 15_oC. La controlul vizual să nu existe zone cu izolația între tole carbonizată. La palpare nu trebuie să existe zone supraîncălzite.	- Depistarea deteriorărilor la fierul statoric - După intervenții, reparații la fierul statoric - După terminarea operației de pachetare	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		20 de puncte situate la periferia interioară a statorului, insistându-se pe zona suspectă. Încercarea se execută cu rotorul scos. Un număr de spire înconjoară statorul, trecând prin spațiul interior. Numărul de spire se determină în funcție de valoarea inducției, tensiunea sursei de alimentare şi		dacă aceasta se face în centrală (la hidrogeneratoare)	

		secțiunea longitudinală a miezului statoric. **Observație**. Citirea temperaturilor se face din 5 în 5 minute, după circa 30 min (pentru 1T) şi, respectiv, după circa 15 min (pentru 1,41T) de la începerea probei.			
2.15	Măsurarea întrefierului	Măsurarea se face cu dispozitive speciale, în 4-8 puncte diametral opuse şi la ambele capete ale rotorului.	Valorile obținute nu trebuie să difere față de medie cu mai mult de 5 % pentru turbogeneratoare şi 10 % pentru hidrogeneratoare.	- PIF, RK - Intervenții care pot conduce la modificarea întrefierului	
2.16	Verificarea etanşeității înfăşurărilor statorice răcite cu apă	Se face cu apă distilată recirculată şi schimbătorul de ioni izolat. Valoarea presiunii şi durata probei se iau conform instrucțiunilor fabricii constructoare. Dacă acestea lipsesc, proba se face la presiunea de 1-1,5 presiune nominală timp de 24 de ore şi o temperatură a apei de 50-60$_o$C.	Nu trebuie să apară umeziri sau scurgeri de apă.	- PIF, RK - Intervenții la înfăşurări sau la circuitul de apă	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
2.17	Verificarea circulației aerului în canalele de ventilație ale rotorului	Conform instrucțiunilor date de constructor În lipsa lor, proba se recomandă a se face cu aer la presiunea de 3 bar.	Se verifică dacă sunt canalele astupate.	- PIF - După avarii care au condus la înfundarea canalelor	

2.18	Verificarea etanşeităţii răcitoarelor de hidrogen	Verificarea se face conform instrucţiunilor furnizorului. În lipsa acestora proba se poate face: a) cu apă la o presiune egală sau mai mare cu maximum 50% presiunea nominală timp de 30 de minute; b) cu aer comprimat la o presiune egală sau mai mare cu 50% presiunea nominală, timp de 30 de minute.	Presiunea nu trebuie să scadă cu mai mult de 1 % din presiunea iniţială. Nu trebuie să apară umeziri sau scurgeri de apă, în cazul probei cu apă.	- PIF, RK - Intervenţii la răcitoare	
2.19	Verificarea etanşeităţii întregului generator sau compensator	Proba se face conform instrucţiunilor furnizorului. În lipsa acestora proba se face cu aer sau hidrogen la presiunea nominală a agentului de răcire timp de 24 de ore.	Presiunea nu trebuie să scadă faţă de presiunea iniţială cu mai mult de: 1,2% în cazul testului cu aer; 4% în cazul testului cu hidrogen.	- PIF, RK - Intervenţii la elementele de etanşare	
2.20	Măsurarea impedanţei înfăşurărilor rotorice	Cu voltmetrul şi ampermetrul, alimentând înfăşurarea rotorului de la o sursă de 220-400 V, 50 Hz Proba se face: - cu rotorul scos; - cu rotorul montat, oprit; - cu rotorul în turaţie.	Valorile impedanţei întregului bobinaj nu trebuie să difere cu mai mult de 10% faţă de valorile din protocolul de recepţie, în stare nouă. Valorile impedanţei bobinelor rotorice trebuie să fie egale între ele la HG sau egale 2 câte 2 la bobinele perechi pe cei 2 poli la TG.	- PIF - Intervenţii la înfăşurarea rotorului	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
2.21	Măsurarea variației factorului de pierderi dielectrice ($tg\delta$) al bornelor înfăşurării statorice	Tensiunile de încercare: $U_{înc}=0,2\ U_n$ şi $U_{înc}=0,8\ U_n$ Proba se execută cu bornele decuplate de înfăşurare şi barele capsulate.	Creşterea variației $tg\delta$ nu trebuie să fie mai mare de 30% față de valoarea de referință (borne noi).	- PIF - Reparații la borne	Proba se execută la turbogeneratoarele şi la hidrogeneratoarele tip bulb.
2.22	Verificarea sistemului de excitație statică	a) Măsurarea rezistenței de izolație se face cu megohmmetrul. Valoarea tensiunii de încercare nu este permis să fie mai mare decât tensiunea maximă înscrisă a elementelor semiconductoare. b) Verificarea formei de undă a tensiunii la bornele de curent continuu ale punții redresoare (cu oscilograf sau osciloscop) c) Verificarea transformatoarelor de forță se face conform cap.5.	a) $R_{iz} \geq$ 50% din valoarea de referință b) Se compară cu forma de undă oscilografiată la PIF.	a) PIF, RC, RK - La orice intervenție la sistemul de excitație b) PIF, RK	
2.23	Măsurarea vibrației lagărelor	Măsurarea se face cu maşina funcționând în regim stabilizat la : - gol neexcitat; - gol excitat; - 0,5 din sarcina nominală pentru turbogeneratoare şi 0,25-0,5-0,75 pentru hidrogeneratoare şi compensatoare; - sarcina nominală;	Valoarea amplitudinii duble a vibrației măsurate în micrometri nu trebuie să depăşească valorile:	- PIF - Înainte şi după revizii şi reparații - Periodic: lunar în lipsa altor indicații ale furnizorului	

Tabel (continuare)

<table>
<tr><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>- compensator pentru hidrogeneratoare (dacă este cazul)</td><td>
<table>
<tr><td>Calificativul</td><td>Bine</td><td>Satisfăcător</td><td>Admis</td></tr>
<tr><td>n (rot./min)</td><td colspan="3">amplitudinea dublă (micrometri)</td></tr>
<tr><td>60-600</td><td>120</td><td>208</td><td>320</td></tr>
<tr><td>750</td><td>100</td><td>160</td><td>250</td></tr>
<tr><td>960</td><td>76</td><td>128</td><td>196</td></tr>
<tr><td>1200</td><td>60</td><td>100</td><td>160</td></tr>
<tr><td>1500</td><td>50</td><td>80</td><td>128</td></tr>
<tr><td>1890</td><td>40</td><td>68</td><td>100</td></tr>
<tr><td>2400</td><td>30</td><td>50</td><td>80</td></tr>
<tr><td>3000</td><td>24</td><td>40</td><td>60</td></tr>
</table>
Valoarea eficace a vitezei de vibrații (în mm/s) nu trebuie să depășească valorile:
<table>
<tr><td>Calificativul:</td><td>Viteza eficace (mm/s)</td></tr>
<tr><td>Bine</td><td>0,46 ... 2,8</td></tr>
</table>
</td><td></td><td></td></tr>
</table>

			Satisfăcător 2,8 ... 4,6 Admis 4,6 ... 7,1		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
2.24	Măsurarea descărcărilor parțiale la înfăşurările statorice (facultativ)	Tensiunile de încercare: 0,2 U_n ; 0,4 U_n ; 0,6 U_n ; 0,8 U_n Proba se execută cu desfacerea legăturilor dintre borne şi barele capsulate. Se măsoară fiecare fază separat față de masă, celelalte două fiind legate la masă. Încercarea se face o dată cu proba de la pct.2.10. Se măsoară sarcina aparentă a descărcărilor parțiale măsurată în pC. Încercarea se face numai la generatoarele cu tensiunea nominală mai mare de 10 kV.	Valorile măsurate nu se normează. Se urmăreşte variația în timp a descărcărilor parțiale, creşterea valorilor fiind un indiciu privind starea necorespunzătoare a izolației (îmbătrânire, poluare de suprafață).	- PIF, RC, RK	La generatoarele răcite cu apă proba se face cu circuitul de apă în funcțiune. Conductivitatea apei trebuie să fie mult mai mică decât valoarea din exploatare indicată de furnizor.

Partea a 3-a

MOTOARE DE CURENT ALTERNATIV

Standarde de referință

STAS 1893-87	Maşini electrice rotative. Condiții generale
STAS 8211-84	Maşini electrice sincrone trifazate. Metode de încercare
STAS 7246-91	Motoare asincrone trifazate de la 0,5 kW la 10000 kW. Metode de încercare
CEI 34	Recomandări pentru maşini electrice rotative

Tabel (continuare)

0 Nr. crt.	1 Denumirea probei	2 Condiţiile de execuţie a probei	3 Indicaţiile şi valorile de control	4 Momentul efectuării probei	5 Observaţii
3.3	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a bandajelor rotorice	Se măsoară cu megohmmetrul de 500 V.	Rezistenţa de izolaţie să fie mai mare de 1 MΩ.	- PIF - Intervenţii la bandaje sau la înfăşurări	
0	1	2	3	4	5
3.1	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a înfăşurărilor rotorice	a) Măsurarea rezistenţei de izolaţie se face: - cu megohmmetrul de 500 V pentru înfăşurări cu U < 500 V, între faze ; desfacerea legăturilor la pământ - cu megohmmetrul de 100 V pentru înfăşurări cu U=500-1000 V, între faze; - cu megohmmetrul de 2500 V pentru înfăşurări cu U>3000 V, între faze.	a) Se recomandă verificarea cu formula: R_{iz} (MΩ) ≥ K (U (kV) + 1000 V) (kV) + 100) şi mai mică de 0,5 MΩ. Valorile coeficientului K sunt date la cap.2, pct.2.1.	- PIF - Intervenţii la înfăşurări - Înainte şi după încercarea cu tensiune mărită	
3.4	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a traductoarelor de temperatură Determinarea coeficientului de absorbţie (K_{abs})	Măsurarea rezistenţei de izolaţie se face la placa de borne a traductoarelor după desfacerea legăturilor la pământ.	b) $K_{abs}=R_{60}/R_{15} \geq 1,3$	- Intervenţii la înfăşurări statorice - Intervenţii la traductoare.	
3.5	Încercarea izolaţiei înfăşurărilor statorice cu tensiune alternativă mărită (50 Hz)	Pentru maşini cu P ≥ 50 kW încercarea este obligatorie şi se efectuează după ce s-a măsurat rezistenţa de izolaţie. După încercarea cu tensiune mărită se măsoară din nou rezistenţa de izolaţie. La motoarele cu rotorul bobinat măsurătorile se fac separat pentru stator şi rotor. b) Coeficientul de absorbţie $K_{abs}=R_{60}/R_{15}$ se determină pentru înfăşurări cu U>3000 V.	Valoarea tensiunii de încercare este: $U_{înc.} = K (2U_n+1000 V)$, dar nu mai mică de 1,5 kV. Valorile coeficientului K sunt date la cap.2, pct.2.8. Durata menţinerii tensiunii de încercare este de 1 min.	- PIF - Intervenţii la înfăşurări	Bobinele noi, înainte de montare, şi apoi întreaga înfăşurare se verifică conform indicaţiilor furnizorului de bobine.
3.2	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a lagărului (în cazul lagărelor izolate)	Măsurătorile se execută: a) cu maşina în stare de repaus cu conductele de ulei racordate, folosind megohmmetrul de 500 V; se va izola în prealabil fusul de cuzinet; b) în timpul funcţionării se măsoară cu voltmetrul de curent alternativ tensiunile între capetele arborelui şi între corpul lagărului şi placa de fundaţie cu pelicula de ulei şuntată.	a) Rezistenţa de izolaţie nu trebuie să fie mai mică decât 50% din valoarea măsurată la ultima punere în funcţiune.	a) PIF, RT, RK - Intervenţii la lagăre	
3.6	Încercarea izolaţiei înfăşurării rotorice cu tensiune alternativă mărită	Încercarea este obligatorie numai pentru maşinile specificate la pct 3.5 ;	Valoarea tensiunii de încercare menţinută timp de 1 min este : a) $U_{înc.} = 10 U_n$, cu condiţia $1500 V \leq U_{înc} \leq 3500 V$	- PIF - Investigaţii la înfăşurări b) În timpul funcţionării, o dată pe lună	

		b) motoare asincrone cu rotor bobinat	b) $U_{înc.} = 2\ U_n + 1000$ V, unde : U_n este tensiunea în circuit deschis în stare de repaus,măsurată între inele, cu tensiunea nominală aplicată înfăşurărilor primare.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
3.7	Măsurarea rezistenței de izolație a dispozitivelor de pornire, reglaj şi stingere a câmpului	Măsurarea rezistenței de izolație se face: - cu megohmmetrul de 500 V pentru tensiuni de funcționare sub 500 V ; - cu megohmmetrul de 1000 V pentru tensiuni de funcționare cuprinse între 500 şi 3000 V; - cu megohmmetrul de 2500 V pentru tensiuni de funcționare de peste 3000 V.	Rezistența de izolație trebuie să fie cel puțin egală cu 0,5 MΩ .	- PIF - intervenții la dispozitivele menționate	
3.8	Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurărilor	Măsurarea este obligatorie numai pentru motoare cu $P \geq 50$ kW. Se măsoară rezistența pe fiecare fază şi ramură (unde există). Se recomandă metoda ampermetrului şi voltmetrului.	Rezultatele obținute nu trebuie să difere cu mai mult de 5% între faze. Pentru înfăşurările rotorice rezistența nu trebuie să difere cu mai mult de 5% față de datele de referință la aceeaşi temperatură.	- PIF - Intervenții la înfăşurări sau conexiuni	
3.9	Verificarea integrității	a) Maşina montată şi cuplată cu	Verificarea se face conform	- PIF la toate maşinile	- Verificarea se face la

	coliviei rotorice la motoarele asincrone	mecanismul antrenat Se utilizează aparatul DROC 5*) – ICEMENERG la pornire.	instrucțiunilor DROC 5.	- Anual la maşinile cu pornire grea - La doi ani la celelalte maşini - În caz de necesitate	maşini cu P≥ 100 kW. Se consideră pornire grea pornirea care depăşeşte 4 s (se poate determina şi cu DROC)

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		b) Rotorul demontat Se utilizează detectorii inductivi din trusa DROC 5-ICEMENERG sau dispozitive adecvate.	Se acceptă abateri de până la 30% în minus de la valoarea medie măsurată, conform instrucțiunilor de utilizare a traductoarelor din trusa DROC 5.	- După IA - Ori de câte ori este extras rotorul.	Se consideră necesitate apariția zgomotului, vibrațiilor, asimetriei, creşterea timpului de pornire Verificarea se face la toate puterile.
3.10	Măsurarea rezistenței	Se măsoară rezistența ohmică totală	Rezultatele nu trebuie să difere cu	- PIF	

*) DROC 5 este trusa realizata la ICEMENERG, ce contine aparatul si anexele (detectorii inductivi). Aparatul este utilizat pentru depistarea defectelor de colivie pe durata pornirii motorului in instalatie; anexele se utilizeaza pentru localizarea defectelor (lipituri proaste, fisuri) la rotorul demontat.

	ohmice a reostatelor de pornire şi reglaj şi a rezistenței de stingere a câmpului	şi rezistența pe fiecare plot sau derivație.	mai mult de 10 % față de datele de referință la aceeaşi temperatură.	- Intervenții la dispozitivele menționate	
3.11	Încercarea de mers în gol	Înainte de cuplarea mecanismului antrenat se verifică sensul rotației. Se măsoară I_o. Se măsoară vibrațiile.	Rezultatele nu trebuie să difere cu mai mult de 10% față de datele de referință la aceeaşi temperatură.	- PIF - Intervenții la înfăşurări - La schimbarea mecanis-mului antrenat	
3.12	Determinarea para-metrilor electrici la pornire	Determinările se fac pentru motoare cu $P \geq 500$ kW, cu mecanismul antrenat cuplat în condiții normale.	Caracteristicile de pornire trebuie să corespundă celor date de fabrică.	- Intervenții la înfăşurări - Schimbarea mecanismului antrenat	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		La pornire se măsoară: - curentul absorbit; - timpul de pornire; - curentul absorbit la turație nominală; - vibrațiile			
3.13	Măsurarea întrefierului între stator şi rotor	Măsurarea se face cu ajutorul calibrelor, la ambele capete, dacă lungimea statorului depăşeşte 300 mm. a) La maşinile cu poli înecați măsurătorile	Rezultatele nu trebuie să difere cu mai mult de 10% de valoarea medie.	a) PIF pentru mo-	

		se fac în patru puncte situate la 90_o geometrice. Se repetă măsurătorile pentru încă două poziții ale rotorului, decalate cu câte 90_o geometrice față de cea inițială. b) Pentru motoare cu poli aparenți, măsurătorile se fac sub mijlocul fiecărui pol şi se repetă pentru deplasări succesive cu un pas polar. Dacă deplasarea rotorului este dificilă se admite ca măsurătorile să se facă numai pentru două poziții ale rotorului decalate cu 180_o geometrice.		toarele care se transportă demontate - Intervenții la polii motoarelor cu poli înecați b) Intervenții la polii motoarelor cu poli aparenți	
3.14	Măsurarea vibrațiilor lagărelor	Măsurătoarea se face la motoarele cu P>50 kW, în funcție de importanța acestora. Pentru restul motoarelor vibrațiile se măsoară numai în cazul în care este necesar.	Vibrațiile nu trebuie să depăşească valorile: - 0,06 mm pentru turații de 3000 rot./min; - 0,10 mm, pentru turații de 1500 rot./min sau mai mici.	- PIF - Intervenții la rotor sau stator	

Partea a 4-a

4. MAŞINI DE CURENT CONTINUU

Standarde de referință

STAS 1893-87	Maşini electrice rotative. Condiții generale
STAS 7814-89	Maşini electrice de curent continuu. Metode de încercare

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
4.1	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a fiecărei înfăşurări faţă de masă	Măsurarea rezistenţei de izolaţie se face: - cu megohmmetrul de 500 V la maşini cu $U_n \leq 500$ V ; - cu megohmmetrul de 1000 V la maşini cu $U_n > 500$ V.	Rezistenţa de izolaţie trebuie să aibă valori mai mari decât valoarea minimă dată de constructor sau cel puţin 70 % din valoarea de referinţă. Pentru maşini cu $P_n < 1$ kW, rezistenţa de izolaţie nu trebuie să scadă sub 1 MΩ .	- PIF, RC, RK - Intervenţii la înfăşurări - Înainte şi după încercarea cu tensiune mărită	
4.2	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a bandajelor rotorice	Se măsoară rezistenţa de izolaţie a fiecărui bobinaj faţă de masă. Măsurarea se face cu megohmmetrul de 1000 V.	Rezistenţa de izolaţie nu trebuie să scadă sub 1 MΩ .	- PIF, RC, RK - Intervenţii la înfăşurări sau bandaje	
4.3	Încercarea izolaţiei înfăşurărilor cu tensiune alternativă mărită (50 Hz)	Încercarea se face numai pentru maşini cu $P_n \geq 50$ kW. Încercarea se face numai după măsu-rarea rezistenţei de izolaţie asupra fiecărei înfăşurări independente, toate celelalte înfăşurări fiind legate la masa maşinii.	Valoarea tensiunii de încercare este : $U_{înc.} = 1$ kV + 2 U_n (kV), dar minimum 1,5 kV. Durata menţinerii tensiunii de încercare este de 1 min. Se consideră că izolaţia a suportat încercarea, dacă nu au loc străpungeri. Efectul corona sau apariţia DP (descărcări parţiale) nu se ia în considerare.	- PIF - Intervenţii la înfăşurări	Bobinele noi, înainte şi pe parcursul montajului, se verifică conform indicaţiilor furnizorului de bobine.
4.4	Măsurarea rezistenţei	Se recomandă ca măsurarea să se facă prin	Rezultatele măsurătorilor nu trebuie să	- PIF, RK	

	ohmice a înfăşurărilor statorice	metoda voltmetrului şi ampermetrului: a) în montaj amonte, pentru înfăşurări derivaţie sau independente ;	difere cu mai mult de 5% faţă de datele de referinţă raportate la aceeaşi temperatură.	- Intervenţii la înfăşurări	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		b) în montaj aval, pentru înfăşurările polilor auxiliari			
4.5	Măsurarea rezistenţei ohmice a reostatelor de reglaj sau pornire, care fac parte din instalaţiile maşinii	Se măsoară rezistenţa ohmică totală pe fiecare plot sau derivaţie.	Valorile măsurate nu trebuie să difere cu mai mult de 10% faţă de valoarea de referinţă la aceeaşi temperatură.	- PIF, RC - Intervenţii la reostate	
4.6	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a reostatelor de reglaj sau pornire	Se măsoară cu megohmmetrul de 2500 V.	Valoarea rezistenţei de izolaţie trebuie să fie mai mică de 1 $M\Omega$.	- PIF - Intervenţii la înfăşurări	
4.7	Verificarea amplasării periilor în axa neutră	Se aplică metoda alimentării cu curent continuu a înfăşurării de excitaţie.	Dându-se o valoare prescrisă curentului de excitaţie, periile sunt considerate amplasate corect, dacă în raport au alte poziţii ale lor, deviaţia acului milivoltmetrului este minimă la deconectarea bruscă a sursei.	- PIF - Modificări ale poziţiei suportului portperiei	
4.8	Determinarea zonei de	Determinarea se face pentru maşini cu poli	Compensarea este bine realizată dacă orice	- Intervenţii la înfăşu-	

	comutație fără scântei și controlul calității comutației	auxiliari cu putere P_n > 50 kW. La diferite sarcini, începând de la mersul în gol până la sarcina nominală și, dacă este posibil, peste sarcina nominală, se determină limitele superioare și inferioare ale polilor auxiliari, între care comutația rămâne practic fără scântei (întunecată).Dome-	regim nominal de funcționare se află în interiorul zonei de comutație fără scântei.	rări - Demontarea polilor - În toate cazurile când apar scântei la perii	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		niul mărginit de aceste limite este zona comutației fără scântei.			
4.9	Ridicarea caracteristicii de mers în gol (pentru generatoare)	Se ridică ambele ramuri ale caracteristicii, la creşterea şi descreşterea curentului de excitație. Valoarea maximă a tensiunii la borne este 1,3 U_n şi se menține timp de 5 min.	Abaterile față de caracteristicile ridicate în fabrică sau anterior nu trebuie să depăşească limitele de precizie ale aparatelor de măsură folosite.	- PIF - Intervenții la înfăşurări şi reostate	
4.10	Ridicarea caracteristicii externe şi de reglaj (pentru generatoare)	Se ridică curbele: a) $U_{ex} = f(I_s)$ pentru n = ct ; b) $I_{ex} = f(I_s)$ pentru U = ct şi n = ct.	Abaterile față de caracteristicile ridicate în fabrică sau anterior nu trebuie să depăşească limitele de precizie ale aparatelor de măsură folosite.	- PIF - Intervenții la înfăşurări	
4.11	Măsurarea întrefierului dintre stator şi rotor	Măsurarea se face cu ajutorul cali-brelor sub mijlocul fiecărui pol. Se repetă măsurătorile pentru fiecare poziție a rotorului decalată cu un pas polar față de poziția anterioară, până când decalajul ajunge la 180°.	Rezultatele măsurătorilor nu trebuie să difere cu mai mult de 10% față de valoarea medie.	- PIF pentru motoarele care se transportă demontate - Intervenții la poli	
4.12	Măsurarea vibrațiilor lagărelor	Se măsoară cu maşina în gol şi în sarcină pentru maşinile cu P ≥ 100 kW.	Mărimea vibrațiilor nu trebuie să depăşească valorile:	- PIF, RC - Intervenții la înfăşu-	

		Pentru restul maşinilor se execută de la caz la caz.	- 0,06 mm pentru maşinile cu turaţie de 3000 rot./min ; - 0,1 mm pentru maşinile cu turaţie de 1500 rot./min şi mai mică.	rări sau la sistemul de cuplare	

Partea a 5-a

TRANFORMATOARE SI AUTOTRANSFORMATOARE DE PUTERE

Standarde de referință

STAS 1703/1...7-80. Transformatoare de putere în ulei

IEC 60270-2000 High voltage test techniques - Partial discharge measurements

Instrucțiunile furnizorului din cărțile tehnice ale transformatorului şi accesoriile acestuia

Instrucțiuni interne pentru verificări profilactice

Generalităţi

a) Monitorizarea transformatoarelor, autotransformatoarelor şi bobinelor shunt, în cadrul mentenanţei predictive (condiţionate)

Monitorizarea stării funcţionale a transformatorului reprezintă un concept modern al managementului mentenanţei promovat pentru reducerea scoaterilor de sub tensiune neplanificate a transformatoarelor şi pentru reducerea cheltuielilor de întreţinere.

Metodologia de monitorizare cuprinde două etape şi anume:

Prima etapă are ca scop filtrarea acelor componente ale transformatorului care funcţionează normal astfel încât resursele să fie folosite numai acolo unde este necesar.

Tehnicile aplicate pentru a răspunde la această cerinţă trebuie să nu fie costisitoare, să fie sensibile şi cuprinzătoare astfel încât defectele potenţiale să poată fi detectate în fază incipientă.

Această etapă cuprinde măsurători obligatorii pentru fiecare transformator ale conţinutului de gaze dizolvate în ulei la un interval de 4 luni. In figura 1 este reprezentată schema de monitorizare pe baza analizei conţinutului de gaze dizolvat în ulei.

Dacă rezultatele măsurătorilor indică posibile defecte se vor efectua:

-măsurarea pe cale electrică şi ultrasonică a descărcărilor parţiale şi

-măsurarea tg δ pentru trecerile izolate şi înfăşurări.

Aceste două măsurători implică scoaterea de sub tensiune a transformatorului pentru o perioadă scurtă de timp (2-3 zile).

Aceste măsurători trebuie executate de firme specializate care stabilesc natura defectului, riscul funcţionării în continuare a transformatorului şi dacă sunt necesare încercări suplimentare pentru diagnosticare. Hotărârea cu privire la funcţionarea în continuare a transformatorului este luată de conducerea întreprinderii proprietară a transformatorului.

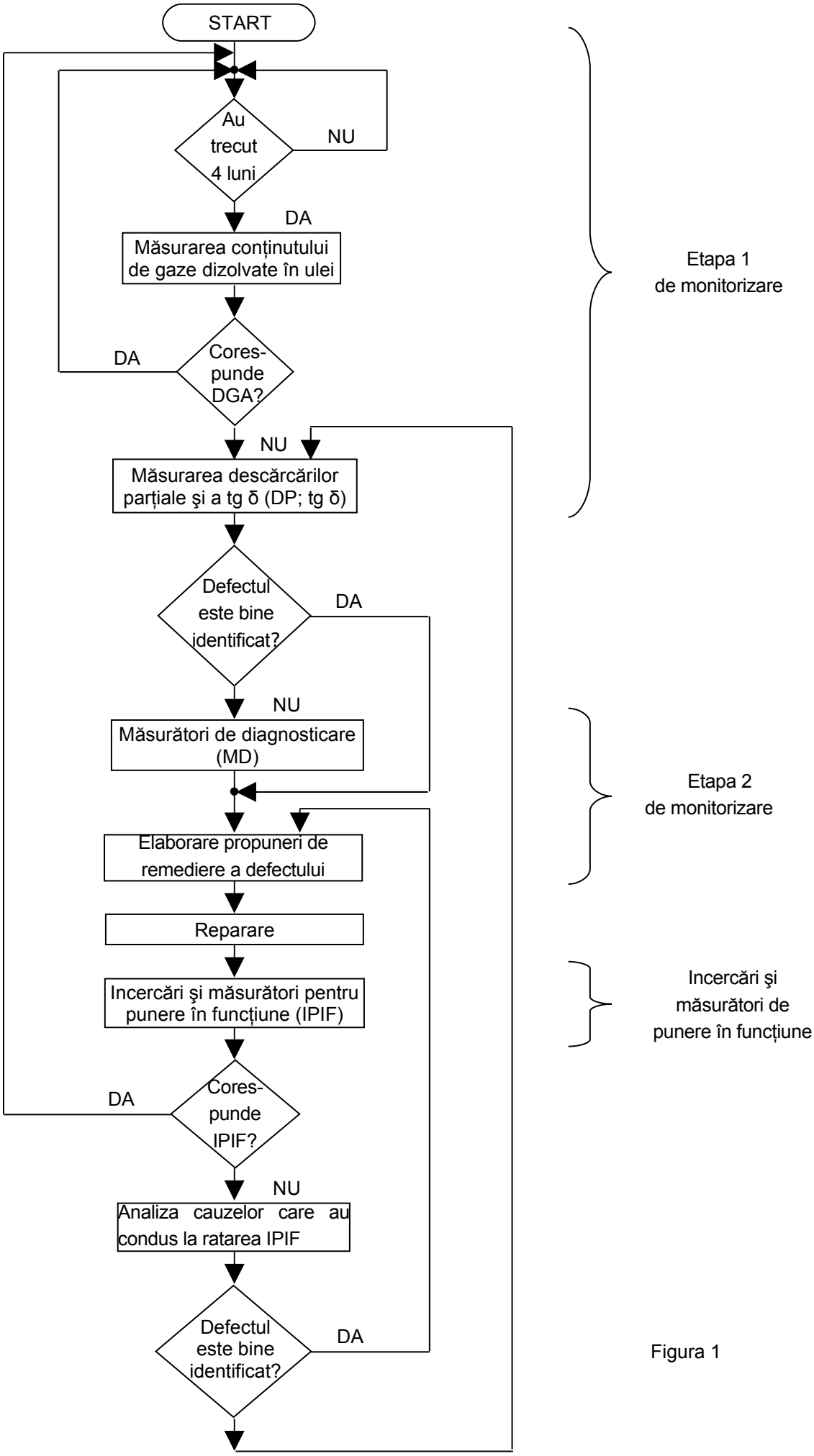

START
Au trecut 4 luni
NU
DA
Măsurarea conținutului de gaze dizolvate în ulei
Cores-punde DGA?
DA
NU
Măsurarea descărcărilor parțiale şi a tg δ (DP; tg δ)
Defectul este bine identificat?
DA
NU
Măsurători de diagnosticare (MD)
Elaborare propuneri de remediere a defectului
Reparare
Incercări şi măsurători pentru punere în funcțiune (IPIF)
Cores-punde IPIF?
DA
NU
Analiza cauzelor care au condus la ratarea IPIF
Defectul este bine identificat?
DA
Etapa 1 de monitorizare
Etapa 2 de monitorizare
Incercări şi măsurători de punere în funcțiune

Figura 1

Etapa a 2-a are ca scop evaluarea stării funcționale a transformatorului şi trebuie, să se desfăşoare numai pentru acele transformatoare care nu au putut fi catalogate, după evaluări din prima etapă, ca normale.

Încercările necesare pentru diagnosticare includ:

- Măsurarea curenților de magnetizare;
- Determinarea funcției de transfer a transformatorului ;
- Determinarea spectrului de polarizare (tensiunea de restabilire) .

Diagnosticarea finală a stării funcționale a transformatorului se va face de o firmă specializată pe baza rezultatelor rapoartelor de încercare care va propune modul cum va fi reparat transformatorul.

Nr. crt.	Denumirea probei	Condițiile de execuție a probei	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații

0	1	2	3	4	5
1	Analiza gazelor dizolvate în ulei	Probele vor fi recoltate astfel încât să nu se modifice starea uleiului (se va evita umezirea şi poluarea cu impurităţi a uleiului recoltat). Probele de ulei se vor preleva din transformatoarele în funcţiune.	Conform IEC 60599 şi a Directivelor Grupei de Acţiune 15.01.01 CIGRE	• Din 6 în 6 luni sau permanent prin implementarea unui aparat specializat pentru măsurarea continuă a hidrogenului sau pînă la 8 componente de gaz pentru trafo cu o vechime înb explotare mai mare de 10 ani • Anual pentru trafo cu o vechime în exploatare mai mică de 10 ani	Proba are rolul de avertizare privind efectele incipiente dar şi de diagnos-ticare în cazul în care sunt analizate mai mult de 8 componente de gaz.
2	Măsurarea pe cale electrică a descărcărilor parţiale (DP)	Măsurarea se execută în 2 etape: - cu transformatorul funcţionând în gol - cu transformatorul funcţionînd în sarcină Măsurătoarea este precedată de executarea circuitului de măsurare şi etalonarea acestuia în conformitate cu IEC 60270-2000 Se recomandă executarea măsurătorii când umiditatea mediului ambiant nu depăşeşte 80%	Criterii de promovare: • nivelul de DP este mai mic de 1000 pC • nivelul de DP este stabil în timp şi nu are tendinţă de creştere Diagnosticarea naturii şi locului defectului se va face de specialişti în domeniu.	• De fiecare dată cînd la proba 1 diagnosticarea naturii şi locului defectului este incertă. • La livrarea trafo după RK de către Atelierul de reparaţie • Pentru transformatoa-rele de mare siguranţă se propune monitoriza-rea continuă a DP prin măsurarea lor pe cale acustică	Proba necesită între 2 şi 3 zile de scoatere a trafo din starea operati-vă de exploatare

Continuare tabel

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
3	Măsurarea factorului de putere al trecerii izolate şi a capacităţilor	1) Măsurarea rezistenţelor de izolaţie şi a tg δ (tg C1 şi tg C2) se efectuează la o umiditate relativă a aerului ambiant de cel mult 80% şi numai după ce s-a curăţit izolatorul (inclusiv cel aferent bornei de măsură) cu alcool de 90o sau tetraclorură de carbon. 2) Măsurarea rezistenţei de izolaţie se face cu megohmmetrul de 2500 V c.c. 3) Măsurarea capacităţii C1 şi a tg C1 se efectuează la tensiunea de 10 kV c.a., 50 Hz, cu puntea în schemă directă. 4) Măsurarea capacităţii C2 şi a tg C2 se efectuează cu puntea în schemă inversă, la o tensiune de 2 kV c.a., 50 Hz, pentru trecerile izolate de fabricaţie Micafil, Passoni Villa, Dielectra F&G. Pentru trecerile izolate livrate de alţi furnizori valorile tensiunii de măsurare vor fi conforme cu datele din buletinele de încercare ale furnizorului respectiv	1) Se măsoară : a) Rezistenţa de izolaţie între calea de curent şi borna de măsură a trecerii izolate (Rc1): - borna de măsură a trecerii izolate şi flanşa sa (Rc2) şi, respectiv, între calea de curent şi flanşa trecerii izolate (Rc1+C2). b) Tangenta unghiului de pierderi di-electrice tg C1 şi, respectiv, tg C2. c) Capacităţile trecerii izolate C1 şi, respectiv, C2. d) Presiunea sau nivelul uleiului în trecerea izolată. 2) Valorile măsurate ale caracteristicilor menţionate la pct.1 nu trebuie să depăşească limitele maxime admise precizate de fabrica constructoare a trecerii izolate (v. partea a 15-a a prezentei norme)	• De fiecare dată cînd se execută proba 2 sau permanent prin implementarea unui aparat specializat care măsoară continuu factorul de putere al trecerii izolate	

Continuare tabel

0	1	2	3	4	5
4	Analiza funcției de transfer	Măsurătoarea se execută cu transformatorul scos din funcțiune Există metode diferite pentru determinarea funcției de transfer a înfăşurărilor transformatorului: • cu impuls de tensiune înaltă (ITI) • cu impuls de tensiune joasă (ITJ) • tensiune cu frecvență variabilă (TFV) Metodele ITI şi ITJ se bazează pe acelaşi principiu şi anume: un impuls cu front abrupt se aplică pe bornele transformatorului şi simultan se măsoară curentul prin înfăşurarea examinată. Din înregistrarea celor 2 semnale se calculează funcția de transfer. Principalul inconvenient al metodei ITI este spectrul de frecvență incomplet al semnalului de intrare şi sensibilitatea insuficientă a acestei tehnici pentru a sesiza schimbările minore din înfăşurare. Principala problemă la folosirea metodei ITJ este nerepetabilitatea rezultatelor încercării care depind de nivelul zgomotului din mediul înconjurător. Din acest motiv apar dificultăți la compararea funcției de transfer originală cu cea rezultată în urma încercărilor curente. La metoda TFV impedanța înfăşurării transformatorului este determinată în funcție de frecvență prin aplicarea unui semnal sinusoidal de joasă tensiune. Semnalele de curent sunt măsurate la frecvențe discrete pentru a determina amplitudinea şi faza funcției de transfer pentru întreg domeniul de frecvență. Dezavantajul metodei TFV este durata relativ lungă în comparație cu metoda ITJ. Principalul avantaj al metodei TFV este repetabilitatea bună a rezultatelor deoarece această tehnică de măsurare este puțin influențată de zgomotele ambientale.	Diagnosticarea se face prin compararea funcției de transfer originale cu cea rezultată din încercarea curentă. Abateri nesemnificative ale funcției de transfer între 2 măsurători succesive indică buna funcționare a transformatorului. Diagnosticarea se va face de specialiştii în domeniu în cazul în care abaterile între funcția de transfer originală şi cea curentă sunt mari.	• De fiecare dată cînd la proba 2 diagnosticarea defectului nu a fost certă. • La fiecare PIF după montarea în stație (în acest fel se determină funcția de transfer originală față de care se fac diagnosticările ulterioare)	Proba are caracter de diagnosticare şi pune în evidență defecte dielectrice sau dinamice ale înfăşurărilor transformatorului

b) Efectuarea probelor şi verificărilor la transformatoare, autotransformatoare şi bobine shunt în cadrul unui sistem de mentenanţă preventivă de tip programat (sistematic)

În cadrul acestei norme, în partea a 5-a şi a 6-a sunt tratate transformatoarele şi autotransformatoarele executate conform prevederilor STAS 1703, precum şi bobinele de reactanţă shunt în ulei, în măsura în care se pot aplica prevederile standardelor la aceste bobine de reactanţă şi nu există alte prevederi sau instrucţiuni specifice acestora din urmă.

Pentru transformatoarele de putere uscate sau cu lichide neinflamabile, precum şi pentru cele etanşe, încercările, măsurătorile şi verificările se execută în conformitate cu instrucţiunile furnizorului.

Hotărârea cu privire la punerea sub tensiune, punerea în funcţiune sau funcţionarea în continuare a echipamentului se va lua nu numai pe baza comparării rezultatelor cu valorile de control, limitele şi toleranţele din prezenta normă, ci şi din urmărirea evoluţiei acestor valori măsurate periodic de-a lungul timpului în exploatare (acestea se referă cu precădere la caracteristicile izolaţiei interne).

Indicatorii de stare ai izolaţiei (R_{60}, K_{ab}, tgδ ale înfăşurării, $E_{str.ulei}$, tg δ_{ulei} 90°C) vor fi interpretaţi în totalitatea lor şi nu individual, cu excepţia stării uleiului electroizolant, care va fi recondiţionat sau înlocuit dacă la măsurători se obţin valori necorespunzătoare pentru $E_{str.}$ sau tg δ 90°C ulei.

În cazul în care la unele încercări şi măsurători de izolaţie rezultatele sunt necorespunzătoare, volumul şi tipul de probe pot fi extinse (repetarea unor probe sau probe noi, suplimentare), respectiv periodicitatea va fi micşorată, în scopul stabilirii exacte a stării transformatorului, a deciziei ce urmează a fi luată: fie de menţinerea în explotare, fie de scoatere din exploatare şi de alegere a tehnologiei de tratare a izolaţiei (uscare, înlocuire de ulei etc.).

În asemenea cazuri, în care la încercările şi măsurătorile efectuate în condiţii normale unele rezultate nu corespund, conducerea exploatării, cu concursul furnizorului sau al altor specialişti, va efectua noi probe, va mări eventual volumul şi sortimentul probelor şi va micşora intervalul de probe, în scopul luării unor decizii corecte asupra stării transformatorului şi a măsurilor ce trebuie luate.

Înainte de proba cu tensiune mărită este obligatorie determinarea stării izolaţiei prin R_{60}, R_{60}/R_{15}, tg δ , probe de ulei etc.), iar după proba cu tensiune mărită se va repeta măsurarea R_{60}, R_{60}/R_{15}.

Pe lângă încercările şi măsurătorile electrice, transformatoarele vor fi supuse şi controlului şi verificărilor privind funcţionarea corespunzătoare a părţilor mecanice, în conformitate cu instrucţiunile de montaj şi exploatare ale furnizorului sau normelor tehnice ale utilizatorului.

În perioada cuprinsă între momentul terminării montajului şi momentul punerii în funcţiune, respectiv între momentul retragerii din exploatare pentru rezervă şi momentul repunerii în funcţiune, verificarea parametrilor de stare ai izolaţiei (măsurarea rezistenţei de izolaţie şi a tgδ pentru izolaţia înfăşurărilor, respectiv măsurarea rigidităţii dielectrice şi a tgδ pentru uleiul din cuvă şi conservator) se va efectua la intervale de :

- 1 an pentru transformatoarele cu S_n<63 MVA, de tensiuni nominale<110 kV;
- 6 luni pentru transformatoarele cu S_n>63 MVA, de tensiuni nominale 110 kV, 220 kV, 400 kV.

În cazul în care în această perioadă, datorită neetanşeităţilor manifestate, au fost necesare remedieri sau completări cu ulei ale transformatorului, imediat după completarea cu ulei se vor efectua măsurătorile de izolaţie menţionate. La PIF se vor efectua toate probele cuprinse în prezenta normă.

Măsurarea caracteristicilor izolaţiei se efectuează pe timp frumos, la o umiditate relativă a aerului ambiant de cel mult 80% şi după curăţirea suprafeţei exterioare a trecerilor izolate cu alcool de 90° sau echivalent.

Încercările şi măsurătorile se execută la un interval minim de 12 ore după umplerea cu ulei a transformatorului şi aerisirea corespunzătoare a acestuia.

Ordinea efectuării încercărilor şi măsurătorilor privind starea izolaţiei şi care vor preceda totdeauna încercările cu tensiune mărită este :

- rigiditatea dielectrică a uleiului, eventual analiza redusă a uleiului, dacă se apreciază a fi

necesară;

- R_{60}, R_{60}/R_{15}, tgδ a izolației înfăşurărilor în ulei.

Determinarea tgδ a izolației înfăşurărilor în ulei a transformatoarelor cu tensiuni până la 35 kV inclusiv este facultativă la cele din rețelele de distribuție şi obligatorie pentru transformatoarele din centralele electrice bloc şi de servicii interne (exclusiv cele cu înfăşurări de MT/0,4 kV necuplate la generator). La transformatoarele de servicii proprii din stațiile electrice se va efectua măsurarea tgδ la un interval de 2RT.

De asemenea, determinarea acestei mărimi este obligatorie pentru toate trafo cu tensiuni peste 110 kV inclusiv şi puteri peste 10 MVA inclusiv, indiferent de tensiune.

În buletinul de încercări se vor indica temperaturile izolației la care s-au executat măsurătorile. Măsurătorile se execută la o temperatură a izolației care să nu fie mai mică de 10°C.

Ca temperatură a izolației transformatorului deconectat timp îndelungat (cel puțin 24 de ore) şi care nu a fost supus încălzirii, se ia temperatura straturilor superioare ale uleiului, măsurată cu termometrul.

În cazul încălzirii transformatorului, măsurarea rezistenței de izolație se face după întreruperea încălzirii, dar nu mai devreme de 60 min în cazul încălzirii prin alimentarea înfăşurării (în scurtcircuit sau în curent continuu), iar în cazul încălzirii exterioare (inducție ş.a.) nu mai devreme de 30 min.

Măsurătorile de izolație R_{60} şi tgδ înfăşurării trebuie să se facă la PIF, pe cât posibil la o temperatură (ecart ± 5°C) apropiată de cea indicată în buletinul fabricii, dar nu mai mică de 10°C. Prevederea este obligatorie pentru trafo de medie şi mare putere. Măsurarea caracteristicilor izolației se execută pe panta scăderii temperaturii, după liniştirea uleiului (circa o oră). Temperatura izolației se determină înainte de măsurarea caracteristicilor izolației.

Astfel:

- *Pentru transformatoare şi autotransformatoare* de puteri mari (100, 200, 250 şi 400 MVA) noi, măsurarea R_{60}, tgδ înfăşurării la punerea în funcțiune se va efectua la două valori de temperatură: 50°C ± 5°C şi $T_{fabrică}$± 5°C sau la temperatura ambiantă, dacă aceasta este mai mare de $T_{fabrică}$+5°C ($T_{fabrică}$ - temperatura la care s-au măsurat parametrii de izolație în fabrică, valoare indicată în buletinul de fabrică).

Alegerea se va face în funcție de anotimpul în care se execută măsurătoarea.

În continuare, periodic în exploatare, măsurătorile se vor executa la una din temperaturile de referință menționate în buletinul de la PIF (ecart admis ± 5°C).

Valorile măsurate la PIF se compară cu valorile măsurate în fabrică, urmând ca în exploatare valorile măsurate să se încadreze în valorile limită admise la pct.5.

Periodic în exploatare, rezultatele determinării valorilor pentru R_{60}, tgδ înfăşurării la una din cele două temperaturi de referință (± 5°C) se vor compara cu valoarea de referință a R_{60}, tgδ înfăşurării obținută ca mai sus (pn anul de bază), trebuind să se încadreze în valorile limită admise.

În cazurile în care apare o scădere bruscă a valorii măsurate a R_{60} (mai mare de 40%) într-un an față de anul anterior, se va face o analiză specială pentru stabilirea cauzelor şi măsurilor de remediere.

Valorile limită admise în exploatare pentru R_{60}, tg δ înfăşurării sunt indicate la pct.5.2, col.3, pct.4, respectiv pct.5.3, col.3, pct.3.

- *Pentru transformatoare de medie putere* (10-40 MVA) noi, cât şi pentru cele din exploatare, se va proceda la fel ca mai sus, cu mențiunea că în fabrică determinarea R_{60}, tgδ înfăşurării se va face numai pentru două temperaturi : 50°C şi pentru temperatura ambiantă.

- *Pentru transformatoare de mică putere* (S<10 MVA) noi, cât şi pentru cele din exploatare, măsurarea R_{60} la PIF şi apoi periodic în exploatare se va executa la orice temperatură mai mare sau egală cu 10°C.

Readucerea rezistenței R_{60} şi tgδ pentru izolația înfăşurărilor la temperatura de referință, în vederea comparării rezultatelor, se va face utilizând coeficienții de variație K_1, K_2, în funcție de diferența de temperatură t (°C), conform exemplelor din Anexa 5A şi 5B.

Nr. crt.	Denumirea probei	Condițiile de execuție a probei	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații
0	1	2	3	4	5
5.1	Încercarea uleiului	1) Recoltarea probelor, precum şi metodologia de încercare vor respecta standardele respective. Pentru proba de rigiditate dielectrică şi tangenta unghiului de pierderi dielectrice se vor respecta STAS 286 şi STAS 6799. 2) Probele vor fi recoltate în condiții în care să nu se modifice starea uleiului existent în cuva trafo (se vor evita umezirea, poluarea cu impurități de orice natură provenite din mediul exterior sau în alt mod). Umiditatea relativă a mediului ambiant la prelevarea mostrelor de ulei trebuie să fie de maximum 80%. 3) Probele de ulei se vor preleva din transformatoarele în funcționare, când temperatura uleiului la partea superioară a cuvei este de cel puțin 50_oC. 4) Se acceptă ca la punerea în funcțiune a transformatorului nou, după reparația capitală sau la repunerea sub tensiune a	1) Conform cap.21 2) La izolatoarele umplute cu ulei, închise ermetic, nu se iau în mod obişnuit probe de ulei. 3) În cazul în care valorile şi condițiile de control (vezi cap.21) nu sunt total satisfăcute, volumul şi tipul probelor de ulei şi de izolație (R_{60}, R_{60}/R_{15}, $tg\delta$ înfăşurări etc.) se vor extinde (de exemplu, prin repetarea unor probe, determinarea conținutului de apă prin metoda Karl-Fisher, determinarea punctului de inflamabilitate, analiza cromatografică a gazelor dizolvate etc.). 4) Analiza cromatografică a gazelor dizolvate în ulei pentru unitățile de transformare de 220 şi 400 kV se va face obligatoriu la PIF şi RT, conform programului, respectându-se procedurile specifice de prelevare a mostrelor de ulei, de analiză a gazelor şi de interpretare a	Conform cap.21 şi anexelor 21.1 şi 21.2 - Anual la trafo de putere aflate în starea operativă “rezervă rece”	

		unui trafo în rezervă, temperatura minimă a uleiului prelevat pentru probe să fie de $+10_oC$. 5) În afara probelor colectate de la bu-	rezultatelor.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		şoanele de probe destinate acestui scop, se vor colecta probe de ulei de la fundul cuvei şi de la fundul conservatorului, care pot fi cele mai semnificative. Se vor colecta probe de ulei şi de la izolatoare, conform instrucţiunilor furnizorului.			
5.2	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a înfăşurărilor R_{60} şi a coeficientului de absorbţie R_{60}/R_{15}	a) Măsurarea rezistenţei de izolaţie şi a coeficientului de absorbţie se execută conform STAS 1703/7-8 şi a instrucţiunilor de exploatare. 1) Pentru transformatoarele cu două înfăşurări, măsurătorile se vor face cel puţin pentru combinaţiile: IT - (JT + masă) JT - (IT + masă) 2) Pentru trafo de putere cu 3 înfă-şurări, măsurătorile se vor face cel puţin pentru combinaţiile :	a) **Rezistenţe de izolaţie** 1) Pentru transformatoarele noi, la punerea în funcţiune valoarea R_{60} nu va scădea sub 70% din valoarea de fabrică. Ulterior, în exploatare, valoarea R_{60} nu va scădea sub valorile admise la pct.4 de mai jos. 2) Pentru transformatoarele care au suferit o reparaţie în fabrică sau în ateliere specializate, cu înlocuirea parţială sau totală a izolaţiei înfăşurărilor şi/sau care au fost tratate şi uscate corespunzător (atât	- PIF - RT, RC, RK - La schimbarea uleiului - La trafo de putere aflate în starea operativă "rezervă rece", la fiecare 2 ani	La trafo cu racord direct în cablu şi cutie terminală special umplute cu ulei, măsurarea R_{60} şi R_{60}/R_{15} a înfăşurărilor respective se va efectua cu cablurile deconectate, cel puţin o dată la 6 ani. În cazul unor valori

		IT - (MT + JT + masă) MT - (IT + JT + masă) JT - (IT + MT + masă). 3) Pentru autotransformatoarele de putere măsurătorile se vor face cel puțin pentru combinațiile : (IT + MT) - (JT + masă) JT - (IT + MT + masă)	izolația, cât şi uleiul), valoarea R_{60} după tratare şi uscare, la punerea în funcțiune, nu va fi mai mică de 70% din valoarea măsurată în fabrică sau în atelierul de reparație. 3) Dacă s-a efectuat o reparație în condiții de teren, fără înlocuirea totală sau		măsurate peste 8000 MΩ , compararea cu valorile din fabrică nu mai este res-trictivă, având în vedere erorile de citire pe scara me-gohmmetrului.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		4) Temperatura de măsurare şi de raportare a rezultatelor este temperatura uleiului în straturile superioare ale uleiului în cuva transformatorului. 5) Măsurarea se va face la 2500 V c.c. după 15 s şi, respectiv, 60 s din momentul aplicării tensiunii pe izolație. Megohmmetrul de măsură trebuie să aibă putere suficientă (minimum 3 mA la scurtcircuit la bornele sale). 6) Măsurarea rezistenței de izolație se efectuează la umiditatea relativă a aerului ambiant de cel mult 80 %. 7) Măsurarea rezistenței de izolație şi a coeficientului de absorbție se face înainte	parțială a izolației sau a înfăşurărilor şi la care partea activă a fost supusă influenței factorilor de mediu exterior (umiditatea relativă 75 %, durata expunerii 10 ore, temperatura părții active mai mare de +10$_o$C), nu se va proceda la uscare dacă după reum-plerea cu ulei rezistența de izolație nu va scădea sub 90% din valoarea măsurată înainte de începerea reparației, iar celelalte caracteristici ale izolației sunt corespunzătoare. 4) Valorile minime admise pentru R_{60} a trafo existente în prezent în exploatare la temperaturile izolației de 20$_o$C şi de 50$_o$C sunt :		

		de determinarea tg δ şi a capacităţii înfăşurărilor, precum şi înainte şi după proba cu tensiune mărită. Pentru a putea face faţă comparaţiei cu valorile măsurate anterior, se recomandă folosirea aceluiaşi tip şi aceloraşi caracteristici de megohmmetru. 8) Aparatele de 1000 V se recomandă a fi folosite pentru transformatoarele până la 10 kV. 9) Aparatele de 2500 V se vor folosi pentru înfăşurări peste 10 kV inclusiv.	<table><tr><th>U_n, kV</th><th>20_oC</th><th>50_oC</th></tr><tr><td>$\leq$ 60</td><td>300</td><td>90</td></tr><tr><td>110-220</td><td>600</td><td>180</td></tr><tr><td>400</td><td>1000</td><td>300</td></tr><tr><td>$M\Omega$</td><td></td><td></td></tr></table> 5) Pentru înfăşurările cu $U_n \leq$ 500 V, la care nu există buletine ale fabricii, valoarea minimă a rezistenţei de izolaţie la 20_oC va fi 2 $M\Omega$.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		10) Se pot folosi şi aparate de 5000 V, dar numai pentru înfăşurări peste 10 kV inclusiv, rezultatele obţinute fiind informative. 11) Rezistenţa de izolaţie a conductoarelor de legătură a megohmmetrului la trafo nu trebuie să fie mai mică decât limita de măsurare a megohmmetrului folosit.			

		12) Înainte de începerea măsurării, toate înfăşurările se pun la pământ cel puțin 5 min, iar între încercări toate înfăşurările vor fi puse la pământ cel puțin 2 min. Toate bornele accesibile ale fiecărei înfăşurări pe care se măsoară, precum şi cele la care nu se măsoară se leagă între ele (se scurtcircuitează). 13) Se vor respecta şi folosi în primul rând schemele de încercare din fabrică. 14) Măsurătorile se execută la o temperatură a izolației (vezi pct.1.3.13) apropiată de cea indicată în buletinul de fabrică (ecartul maxim admis va fi de $\pm 5_oC$) la trafo peste 10 MVA. Se face mențiunea că temperatura			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		indicată în buletinul de fabrică este temperatura uleiului în straturile superioare de ulei din cuvă. 15) La trafo sub 10 MVA, coeficientul K_1			

		de variație a rezistenței de izolație, în funcție de diferența de temperatură Δ t($_o$C) are următoarele valori informative: Δ t($_o$C) 1 2 3 4 5 K_1 1,04 1,08 1,13 1,17 1,22 t$_o$C 10 15 20 25 30 K_1 1,5 1,84 2,25 2,75 3,4 t$_o$C 35 40 45 50 55 K_1 4,15 5,1 6,2 7,5 9,2 t$_o$C 60 65 70 K_1 11,2 13,9 17 La toate transformatoarele valorile reale ale coeficientului de raportare se determină din diagrama obținută, măsurând rezistența de izolație R_{60} la temperatura de 50$\pm$ 5$_o$C și apoi după ce temperatura a scăzut la 20$\pm$ 5$_o$C (dreapta R_{12} = f (t)).			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Recalcularea valorii rezistenței de izolație R_{60}, măsurate pentru alte temperaturi (în			

		scopul comparării cu valorile măsurate anterior etc.), se face ca în exemplul de la pct.1.3.15. b) Coeficientul de absorbție $K_{abs.} = R_{60}/R_{15}$ este raportul dintre rezistența de izolație măsurată cu megohmmetrul după 60 s şi rezistența de izolație măsurată după 15 s de la aplicarea tensiunii.	b) **Coeficientul de absorbție** ($K_{abs.}$) 1) La PIF valorile lui $K_{abs.}$ nu trebuie să fie mai mici decât cele din fabrică cu mai mult de 5%. 2) Pentru transformatoarele aflate deja în exploatare, valoarea coeficientului de absorbție nu se normează. Ea se analizează în ansamblul caracteristicilor izolației transformatorului măsurate. În general, valoarea coeficientului de absorbție, la 20_oC, este : $K_{ab} \geq 1,2$ pentru transformatoare de putere cu $U \leq 110$ kV ; $K_{ab} \geq 1,3$ pentru transformatoare de putere cu $U > 110$ kV. Ca urmare a umezirii izolației sau a unor defecte de izolație, acest coeficient se micşorează, apropiindu-se de valoarea 1.		

Tabel (continuare)

<table>
<tr><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr>
<tr>
<td>5.3</td>
<td>Măsurarea tangentei unghiului de pierderi dielectrice (tg δ) şi a capacităţii izolaţiei complexe a înfăşurărilor</td>
<td>1) Măsurarea tg δ şi a capacităţii izolaţiei înfăşurărilor trafo se execută conform STAS 1703/7 şi instrucţiunilor de exploatare.
Pentru transformatoarele cu două înfăşurări, măsurătorile se vor face cel puţin pentru combinaţiile:
IT - (JT + masă)
JT - (IT + masă)
Pentru transformatoarele de putere cu trei înfăşurări, măsurătorile se vor face cel puţin pentru combinaţiile :
IT - (MT + JT + masă)
MT - (IT + JT + masă)
JT - (IT + MT + masă)
Pentru transformatoarele de putere se vor face cel puţin pentru combinaţiile:
(IT + MT) - (JT + masă)
JT - (IT + MT + masă)
2) Măsurarea tg δ a izolaţiei înfăşurărilor se efectuează la o umiditate relativă a aerului ambiant de maximum 80%.
3) Măsurarea se efectuează după</td>
<td>1) Pentru transformatoare noi, la pune-rea în funcţiune,valoarea tgδ nu va trebui să depăşească cu mai mult de 30 % valoarea de fabrică.
2) Drept valori maxime la temperatura izolaţiei la 20ₒC pentru trafo reparate se vor lua cele din tabelul următor:
<table>
<tr><td>U_n (kV)</td><td>≤ 35</td><td>110</td><td>220</td></tr>
<tr><td>tgδ (%)</td><td>2</td><td>0,75</td><td>0,5</td></tr>
</table>
3) Pentru trafo din exploatare se dau următoarele valori maxime admise, la temperaturile izolaţiei de 20ₒC sau 50ₒC :
<table>
<tr><th>U_n (kV)</th><th>20ₒC</th><th>50ₒC</th></tr>
<tr><td>< 10</td><td>4 %</td><td>11%</td></tr>
<tr><td>10-60</td><td>2,5%</td><td>7%</td></tr>
<tr><td>110-220</td><td>2,5%</td><td>7%</td></tr>
<tr><td>400</td><td>1,5%</td><td>2,5%</td></tr>
</table>
</td>
<td>- Pentru trafo cu U≥ 110 kV şi S≥ 10 kVA şi pentru trafo aferente centra-lelor electrice (de bloc şi de servicii interne), exclusiv cele cu înfăşurări de MT/0,4 kV necuplate la generator:
- la PIF ;
- la RT ;
- la RC şi RK ;
- la schimbarea uleiului.
- Pentru celelalte trafo (vezi pct.1.3.11):
- la PIF ;
- la RT ;
- la RC şi RK ;
- la schimbarea uleiului.
- La trafo de putere</td>
<td>Trafo cu ra-cord în cablu Măsurarea tg δ la înfăşurările racordate la cabluri se va face cu desfa-cerea cablurilor, şi anume la 6 ani, o dată cu revizia trans-formatorului. Măsurarea tgδ a înfăşurărilor la trafo cu racord direct a bornelor la cablu se poate face şi mai repede, dacă celelalte măsu-rători periodice sau alte obser-vaţii indică o</td>
</tr>
</table>

		verificarea cu megohmmetrul a rezistenței de izolație şi a coeficientului de absorbție; de asemenea, această măsurătoare se execută		aflate în starea "rezervă rece" : la fiecare 2 ani	înrăutățire a izolației interne a trafo.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		înainte de proba cu tensiune mărită a izolației trafo. 4) Tensiunea de măsură este 10 kV pentru înfăşurările cu tensiuni nominale de peste 10 kV inclusiv, iar pentru înfăşurările cu tensiuni nominale sub 10 kV tensiunea maximă de măsură va fi cea nominală a înfăşurării respective. 5) Asupra valorii măsurate se vor efectua corecții, ținând seama de tg δ şi de capacitățile proprii ale conductoarelor folosite în schemă şi a schemei de măsură propriu-zise, conform instrucțiunilor furnizorului punții de măsură. 6) Înainte de începerea măsurării, toate înfăşurările se pun la pământ cel puțin 5 min, iar între încercări toate înfă-şurările vor fi puse la pământ cel puțin 2 min. 7) Toate bornele accesibile ale fiecărei			

		înfăşurări se leagă între ele (se scurtcircuitează). 8) Încercarea se execută pe rând între fiecare înfăşurare față de celelalte legate la masă. Se vor respecta şi folosi în primul rând schemele de încercare din fabrică.			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		9) Măsurătorile se execută la o temperatură a izolației apropiată de cea indicată în buletinul de fabrică (ecartul maxim admis va fi de $\pm 5_oC$), dar nu mai mică de $+10_oC$, conform pct.1.3.15. Se face mențiunea că temperatura indicată în buletinul de fabrică este temperatura uleiului în straturile superioare de ulei din cuvă (la transformatoarele cu ulei). 10) Coeficientul K_2 de variație a indicelui caracteristic al izolației înfăşurărilor tg δ , în funcție de diferența de temperatură Δ t($_oC$), are următoarele valori orientative:			

		Δ t_oC 1 2 3 4 5 10 K_2 1,03 1,06 1,09 112 115 125 15 20 25 30 35 40 1,51 1,75 2 2,3 2,65 3 45 50 55 60 65 70 3,5 4 4,6 5,3 6,1 7			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		11) La toate transformatoarele valorile reale ale coeficientului de raportare se determină din diagrama obținută, măsurând tg δ la temperatura de $50\pm 5(^oC)$ şi apoi după ce temperatura a scăzut la $20\pm 5(^oC)$ dreapta tg δ =f(T). Recalcularea tg δ a înfăşurării măsurate pentru alte temperaturi, în scopul comparării cu valorile măsurate anterior (în fabrică, la PIF ş.a.), se face ca în exemplul de la pct.1.3.13.			
5.4	Verificarea trecerilor izolate tip condensator	1) Măsurarea rezistenţelor de izolaţie a tg δ (tg C1 şi tg C2) se efectuează la o	1) Se măsoară : a) Rezistenţa de izolaţie între calea de	- PIF - La intervenţii cu decuvare	

	prevăzute cu borna de măsură a capacității şi tg δ	umiditate relativă a aerului ambiant de cel mult 80% şi numai după ce s-a curățit izolatorul (inclusiv cel aferent bornei de măsură) cu alcool de 90₀ sau tetraclorură de carbon. 2) Măsurarea rezistenței de izolație se face cu megohmmetrul de 2500 V c.c. 3) Măsurarea capacității C1 şi a tg C1 se efectuează la tensiunea de 10 kV c.a., 50 Hz, cu puntea în schemă directă. 4) Măsurarea capacității C2 şi a tg C2 se efectuează cu puntea în schemă inversă, la o tensiune de 2 kV c.a., 50 Hz, pentru trecerile izolate de fabri-	curent şi borna de măsură a trecerii izolate (R_{c1}) : - borna de măsură a trecerii izolate şi flanşa sa (R_{c2}) şi, respectiv, între calea de curent şi flanşa trecerii izolate (R_{c1+C2}). b) Tangenta unghiului de pierderi dielectrice tg C1 şi, respectiv, tg C2. c) Capacitățile trecerii izolate C1 şi, respectiv, C2. d) Presiunea sau nivelul uleiului în trecerea izolată. 2) Valorile măsurate ale caracteristicilor menționate la pct.1 nu trebuie să depăşească limitele maxime admise	- RT, RC, RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		cație Micafil, Passoni Villa, Dielectra, F & G, iar pentru trecerile izolate livrate de alți furnizori decât cei menționați, valorile tensiunii de măsură vor fi conforme cu datele din buletinele de încercare ale furnizorului respectiv sau cu datele din buletinul de PIF.	precizate de fabrica constructoare a trecerii izolate respective (cap.15).		

5.5	Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurărilor (vezi nota de la pct.5.7, col.4)	1) Pentru măsurare se foloseşte metoda punții sau metoda voltmetru-ampermetru, cu aparate de clasa 0,2, conform STAS 1703/7 şi instrucțiunilor de exploatare. 2) La trafo având neutrul inaccesibil se vor măsura rezistențele între faze şi se vor determina prin calcul rezistențele de fază. 3) Măsurarea se execută cu curent continuu la o valoare superioară cu 20% valorii curentului de mers în gol dat în buletinul de fabrică, în scopul saturării miezului magnetic, ceea ce duce la scurtarea timpului de stabilizare a indicațiilor aparatelor de măsură. Valoarea acestui curent se poate calcula: $I_{c.c.} = 1{,}2 x I_o \sqrt{2} x U_{c.c.} / (R_{bat.} + R_{trafo})$,	Rezistența înfăşurărilor diferitelor faze măsurate pe aceleaşi prize nu trebuie să difere față de valorile din buletinul fabricii constructoare cu mai mult de 2 %, raportat la aceeaşi temperatură. Ca valoare a temperaturii de măsură se ia valoarea medie aritmetică a temperaturilor uleiului la partea superioară a cuvei şi, respectiv, la partea infe-rioară a cuvei : $T_{medie} = (T_{u\ sup.} + T_{u\ inf.})/2$	- RT - RC, RK La modificarea poziției comutatorului de reglaj la trafo (cu Sn≥ 10 MVA) cu comutator de reglaj în absența tensiunii	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		în care: $U_{c.c.}$ este tensiunea bateriei; $R_{bat.}$ - rezistența internă a bateriei; R_{trafo} - rezistența ohmică a trafo; I_o - valoarea nominală a curentului de			

		mers în gol. 4) În orice caz, curentul ce se aplică nu va depăşi 0,1 I_n, pentru a nu încălzi înfăşurarea în timpul măsurătorilor. În timpul măsurării rezistenței ohmice se notează temperatura înfăşurării. Raportarea rezistenței măsurate la o altă temperatură se face cu formula: $R_{t2} = R_{t1} (T+t_2) / (T+t_1)$, unde T = 235. 5) Măsurătorile se fac atunci când indicațiile aparatelor de măsură s-au stabilizat. Timpul din momentul aplicării curentului de măsură până la stabilizarea aparatelor se poate aprecia cu formula: $t_{sec.}=1,5\ U_n\ \sqrt{2}\ / (U_{c.c.}\ w)$, în care : U_n este tensiunea nominală pe fază (dacă se măsoară pe fază) a înfăşurării care se măsoară; $U_{c.c.}$ - tensiunea bateriei de curent continuu;			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		$w = 2x\pi\ xf$,			

		unde f este frecvența nominală (50 Hz). Ca exemplu se poate arăta că, în anumite cazuri, acest timp poate atinge peste 30 min.			
5.6	Verificarea trafo de curent de tip inclus	1) Verificările se efectuează atunci când umiditatea relativă a mediului ambiant este sub 80%. 2) Măsurarea rezistenței de izolație se efectuează cu megohmmetrul de 500, 1000 sau 2500 V c.c. 3) Temperatura trafo de curent de tip inclus se consideră egală cu temperatura uleiului la partea superioară a cuvei. 4) Măsurarea rezistenței ohmice se face prin metoda punții, cu o precizie de cel puțin 0,2. 5) Pentru măsurarea curentului şi a tensiunii la proba cu tensiune aplicată şi la verificarea caracteristicii de magnetizare, precizia de măsură va fi cel puțin 1,5. 6) După verificarea caracteristicii de magnetizare, în mod obligatoriu se va efectua operația de demagnetizare a trafo de curent de tip inclus, conform instrucțiunilor fabricii constructoare.	Se efectuează următoarele verificări: 1) Controlul vizual exterior Nu trebuie să existe deteriorări exterioare, scurgeri de ulei, murdărie pe placa cu bornele exterioare ale înfăşurării secundare a transformato-rului de curent. 2) Măsurarea rezistenței de izolație a înfăşurării trafo de curent de tip inclus față de miezul magnetic propriu şi față de carcasă (dacă există), puse la masă şi, respectiv, față de înfăşurările celorlalte transformatoare de curent incluse pe aceeaşi trecere izolată. Valoarea rezistenței de izolație nu trebuie să fie mai mică de 1000 MΩ la temperatura de 20$_o$C. Dacă măsurarea rezistenței de izolație s-a făcut fără dezlegarea conexiunilor la circuitele secundare aferente, valoarea rezistenței de izolație nu trebuie să fie mai mică de 2 MΩ la temperatura de 20$_o$C.	- PIF - RT - RC, RK - PIF - RT - RC, RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			3) Încercarea izolației înfăşurării transformatorului de curent de tip inclus cu tensiune aplicată, c.a., 50 Hz, timp de 1 min Se încearcă izolația înfăşurării față de miezul magnetic propriu şi față de carcasă (dacă există), puse la masă şi, respectiv, față de înfăşurările celorlalte transformatoare de curent, inclusiv pe aceeaşi trecere izolată. Conexiunile la circuitele secundare trebuie să fie dezlegate de la bornele înfăşurării trafo de curent de tip inclus. Valoarea tensiunii de încercare se ia egală cu valoarea prevăzută în instrucțiunile fabricii constructoare a trafo de curent de tip inclus. 4) Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurării secundare a trafo de curent de tip inclus Valoarea măsurată nu trebuie să difere cu mai mult de ± 2% față de valoarea din buletinul de fabrică pentru transformatorul		

			de curent respectiv. 5) Verificarea caracteristicii de magnetiza-re sau a punctului de control Se verifică caracteristica de magnetizare (curba volt-amper) a trafo de		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			curent pe cât posibil la valori ale curentului apropiate de valorile menționate în buletinul de fabrică pentru aceeaşi probă. Caracteristica de megnetizare trebuie să aibă aceeaşi alură cu cea din buletinul de fabrică. Dacă în instrucţiunile furnizorului se solicită numai verificarea caracteristicii de magnetizare în punctul de control, atunci la valoarea indicată de furnizor pentru curentul prin înfăşurarea transformatorului de curent de tip inclus se măsoară tensiunea la bornele acestei înfăşurări. Valoarea acestei tensiuni nu trebuie să depăşească valoarea limită precizată în instrucţiunile furnizorului.		
5.7	Verificarea comuta-torului de reglaj sub	1)Verificările se vor efectua în conformi-tate cu instrucţiunile furnizorului şi, în	Se efectuează următoarele verificări : 1) Verificarea calităţii uleiului din cuva	1) Probele de la pct.1, 2, 3, 4, 9, 10, 11 şi 12	

	tensiune	lipsa acestora, cu fişa tehnică a comutatorului respectiv. 2) Măsurarea forţei de acţionare a comuta-torului se face cu dinamometrul. 3) Măsurarea rezistenţei de izolaţie a circuitelor de comandă, protecţie, semnalizare a servomotorului se face cu megohmmetrul de 1000 V c.c.	ruptorului comutatorului de reglaj sub sarcină prin : a) determinarea rigidităţii dielectrice a uleiului; b) măsurarea tg δ a uleiului la 90°C. Rigiditatea dielectrică a uleiului din cuva ruptorului nu trebuie să fie mai mică de 100 kV/cm ; în caz contrar, se	se vor efectua la PIF, RT, RC, RK. 2) Probele de la pct.5, 6 se vor efectua după reparaţiile la mecanismul de acţionare al comutatorului.	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			va schimba uleiul. 2) Verificarea nivelului uleiului din cutia cu angrenaje Nivelul uleiului va corespunde indicaţiilor furnizorului. 3) Verificarea corectitudinii conexiunilor cuvei ruptorului comutatorului de reglaj la cuva trafo şi, respectiv, la conservator. Se verifică condiţia de egalizare a presiunilor în cuva trafo, condiţie de blocare a legăturii între cele două cuve în timpul funcţionării trafo şi, respectiv, posibilitatea evacuării gazelor şi a uleiului spre conservator. 4) Verificarea sensului corect de rotire a comutatorului 5) Verificarea diagramei de comutare	La RK, dar nu mai rar de o dată la 10 ani. 3) Proba de la pct.7 se va efectua la periodicitatea fixată de furnizor în instrucţiunile sale, dar nu mai rar de o dată la 5 ani. 4) Proba de la pct.8 se va efectua la RC şi RK şi, respectiv, cu prilejul intervenţiilor la ruptor. **Notă.** Obligatoriu, cu prilejul RT, se va manevra comutatorul pe toate poziţiile de câteva ori consecutiv,	

			(succesiunea corectă a conductelor la ruptor, selector, inversor) 6) Controlul stării contactelor, al presiu-nii pe contacte la selector, inversor 7) Controlul vizual al stării şi gradului de uzură al contactelor, măsurarea rezistenţelor de contact şi de comutare Verificări suplimentare precizate de furnizor privind elementele ruptorului 8) Măsurarea rezistenţelor de limitare	pentru a curăți suprafața contactelor.	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			9) Controlul funcţionării corecte a degazorului (dacă acest accesoriu este montat de furnizor pe transformator) 10) Controlul dispozitivului de acţionare prin servomotor, şi anume: a) etanşeitatea dulapului trebuie să corespundă gradului de protecţie din cartea trafo; b) starea fizică şi funcţionalitatea releelor, a contactelor, a microîntrerupătoarelor, a termostatului, a rezistenţelor de încălzire ş.a.; c) starea de uzură a elementelor mecanice de acţionare şi blocare; d) starea legăturilor la pământ. 11) Măsurarea forţei de acţionare		

			manuală a comutatorului 12) Măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor de comandă, semnalizare, protecție Rezistența de izolație nu trebuie să fie mai mică de 2 MΩ la 20°C.		
5.8	Verificarea comutatorului la trafo fără reglaj sub sarcină	Controlul stării contactelor, al presiunii pe contacte Se vor măsura rezistențele ohmice.	Conform instrucțiunilor furnizorului şi, în lipsa acestora, conform fişei tehnologice	- RC, RK, cu decuvare - La orice decuvare	
5.9	Verificarea grupei de conexiuni şi a polarității	Conform STAS 1703/4	Rezultatele verificării trebuie să confirme grupa înscrisă pe eticheta de fabricație a trafo.	- PIF - Intervenții la înfăşurări şi la conexiuni	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			Polaritatea trebuie să corespundă cu schema şi notațiile de pe trafo.	- La modificarea conexiunilor sau a raportului de transformare pe placa de conexiuni exterioară sau interioară	
5.10	Măsurarea raportului de transformare	Se execută conform STAS 1703/7, înfăşurarea alimentată fiind cea de înaltă tensiune. Verificarea se va face începând cu alimentarea cu tensiune joasă de 220 sau 400 V c.a., 50 Hz, valoare ce va fi	Raportul de transformare măsurat nu trebuie să difere cu mai mult de 0,5 % față de cel indicat în buletinul de fabrică, eroarea fiind aceeaşi ca mărime şi sens pe toate ploturile (prizele înfăşurării)	- PIF - Intervenții la înfăşurări şi la conexiuni - La modificarea conexiunilor sau a ra-	În cazul folosirii metodei cu voltmetre, valoarea măsurată a rapor-

		stabilită în funcție de eroarea maximă admisă a rezultatelor (indicată în STAS) şi de aparatele de măsură disponibile. Verificarea se face cu aparate de precizie de clasa 0,2.	comutatorului, cu observația de la col.5.	portului de transformare pe placa de conexiuni exterioară sau interioară - După declanşări prin protecții la defecte interne - După RK în atelier	tului de transformare luată pe aceleaşi prize nu trebuie să difere cu mai mult de 2 % între faze. La trafo echipate cu comutatoare de reglaj în sarcină, toleranța nu va depăşi valoarea procentuală a unei trepte de reglaj.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
5.11	Măsurarea pierderilor şi a curentului de mers în gol la tensiune scăzută (400-500 V)	Se execută conform STAS 1703/7 şi instrucțiunilor de exploatare. Se recomandă ca măsurarea să se execute numai la trafo peste 10 MVA inclusiv şi peste 110 kV inclusiv. Probele se execută înainte de a supune trafo la acele probe la care se foloseşte curentul continuu (R_{60}/R_{15}; R_{60}, rezistențe	Valorile măsurate (vezi observația) pentru pierderile de mers în gol nu trebuie să difere de cele obținute în fabrică şi înscrise în buletinul de fabrică (dacă acestea s-au efectuat la tensiune scăzută) sau de cele obținute la PIF cu mai mult de 5 % pentru trafo trifazate cu miez cu 3 coloane şi 10 % pentru trafo trifazate cu miez cu 5	- PIF (în lipsa buletinului de fabrică) - După reparație	Măsurarea se va efectua înainte şi după încercarea cu tensiune mărită a înfăşurărilor în atelierele de reparații.

		ohmice, încălzirea prin alimentarea înfăşurărilor în curent continuu); în caz contrar este necesară, în prealabil, demagnetizarea miezului. Măsurarea se poate face cu raportarea valorilor măsurate la tensiunea nominală dacă tensiunea de alimentare este între 1 şi 10 % U_n.	coloane. Valoarea curenților de mers în gol pe cele 3 faze nu se normează, dar trebuie să fie compatibilă cu cea din fabrică în ceea ce priveşte raportul dintre ele.		
5.12	Măsurarea pierderilor şi a curentului de mers în gol la tensiune nominală	Se va executa conform STAS 1703/7 şi a instrucțiunilor de exploatare.	Valorile măsurate nu vor diferi de valorile inițiale precizate în buletinul de fabrică cu mai mult de 5 % la pierderile în gol şi 10% la curentul de mers în gol.	- PIF (în lipsa buletinului de fabrică) - După RK în atelier, care presupune demontarea înfăşurărilor sau intervenții la miezul magnetic. - Pentru trafo de distribuție de 20/0,4 kV se va executa proba înainte de a lua hotărârea pentru repararea acestora.	Măsurarea se va efectua înainte şi după încercarea cu tensiune mărită a înfăşurărilor în atelierele de reparații.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
5.13	Măsurarea tensiunii şi a pierderilor în scurtcircuit	Se execută conform STAS 1703/7. Abaterea de frecvență nu va depăşi ± 3 %.	Abateri admise față de valorile inițiale precizate în buletinul de fabrică • Pentru tensiunea de scurtcircuit :	- PIF numai în lipsa buletinului de fabrică - După RK în atelier,	

			- La trafo de distribuție cu S≤ 6,3 MVA şi U_n ≤ 35 kV, abaterea admisă va fi ≤ +1% din U_{kn}%. - La trafo cu puteri mari cu S≥ 10 MVA şi U_n ≥ 110 kV, abaterea admisă va fi ≤ 2% din U_{kn}%. • Pentru pierderi în scurtcircuit abaterea admisă va fi ≤ 5%.	care presupune demontarea înfăşurărilor sau intervalului la miezul magnetic	
5.14	Încercarea izolației cu tensiune aplicată de frecvență 50 Hz, 1 min	1) Încercarea se va efectua cu ten-siune aplicată, conform STAS 1703/7, asupra transformatorului complet montat. 2) Comutatorul de reglaj se pune pe poziția corespunzătoare maximumului de spire ale înfăşurării (plotul 1).	1) Valoarea tensiunii de încercare este egală cu : - 100 % U_{if}, unde U_{if} este tensiunea de încercare în fabrică (identică cu valoarea precizată în STAS 1703/7 pentru clasa de izolație respectivă, dacă în specificația tehnică a transformatorului nu s-a precizat o tensiune de încercare mai mare), pentru trafo la care s-a înlocuit complet izolația în urma repartiției în atelier; - 85% U_{if} - pentru trafo la care s-au executat reparații cu înlocuirea parțială a bobinajelor sau a izolației principale; - 75 % U_{if} - pentru trafo noi reparate, la care nu s-au făcut intervenții la partea activă (demontarea acesteia, intervenții în schema de izolație etc.) sau pentru trafo aflate în stare de depozitare.	1) La PIF a trafo cu U_n ≤ 20 kV, în lipsa buletinului de fabrică 2) La livrarea transformatorului de către atelierul de reparație specializat după RK 3) La trafo aflate în starea de depozitare o perioadă de timp de minimum 3 ani	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			2) În timpul încercării nu trebuie să apară străpungeri sau conturnări ale izolației - observate vizual sau auditiv - sau alte anomalii.		
5.15	Încercarea izolației cu tensiune indusă mărită	1) Încercarea se efectuează cu tensiune de c.a. indusă monofazat, conform STAS 1703/3, asupra trafo complet montat. 2) Frecvența tensiunii de încercare este mărită, în vederea reducerii puterii generatorului de tensiune. 3) Durata încercării (T) este corelată cu frecvența tensiunii de încercare (f), între cei doi parametri existând următoarea relație (conform STAS 1703/3) : T = 60 x 100 / f 4) Comutatorul de reglaj se pune pe poziția corespunzătoare maximumului de spire ale înfăşurării (plotul 1). 5) Încercarea se efectuează numai dacă rezultatele încercărilor de la pct.5.1, 5.2, 5.3, 5.4 sunt corespunzătoare.	1) Valoarea tensiunii de încercare este stabilită în aceleaşi condiții ca la pct.5.14. Valorile tensiunilor de încercare la proba cu tensiune indusă monofazată şi la proba cu tensiune aplicată, pentru trafo noi sau pentru trafo reparate, la care s-a înlocuit complet izolația (100 % U_{if}), vor corespunde ~~STAS 1703 (trafo având~~ izolația de tipul hârtie-ulei), şi anume: U_m (kV) — U_n (kV) 3,6 — 16 7,2 — 22 12,0 — 28 17,5 — 38 24,0 — 50 30,0 — 60 36,0 — 70 42,0 — 80 72,5 — 140	1) La livrarea trafo de către atelierul de reparație specificat după RK 2) La trafo aflate în stare de depozitare o perioadă de timp de minimum 3 ani, la expirarea perioadei de depozitare	

			123 185 245 360 420 630		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			U_m - tensiunea cea mai ridicată a înfăşurării (valoare efectivă) ; U_n - tensiunea nominală de ținere pentru încercarea de scurtă durată cu tensiune aplicată sau indusă de frecvență industrială (valoare efectivă). 2) În timpul încercării nu trebuie să apară străpungeri sau conturnări ale izolației, observate vizual sau auditiv sau alte anomalii.		
5.16	Încercarea izolației cu tensiune mărită indusă trifazată de 50 Hz	Neutrul înfăşurărilor se leagă la pământ. Valorile tensiunii de încercare sunt : $U_{înc} = 1,1\text{-}1,3\ U_n$, în funcție de instrucțiunile furnizorului. În mod obişnuit, $U_{înc} = 1,15\ U_n$ la trafo la care se folosesc buloane pentru strângerea şi presarea miezului magnetic, iar pentru celelalte trafo: $U_{înc.} = 1,2 – 1,3\ U_n$	Izolația trebuie să reziste la tensiunea de încercare timp de 1 min. În timpul încercărilor nu trebuie să apară străpungeri sau conturnări ale izolației observate vizual, auditiv, din devierea acelor aparatelor de măsurat gaze sau alte anomalii. După încercare se măsoară din nou raportul de transformare, pierderile şi curentul de mers în gol, precum şi R_{60}.	La PIF, în funcție de posibilitatea de reglare a tensiunii de excitare (centrale electrice, comutator de reglaj)	
5.17	Verificarea corespon-	Se execută cu transformatorul complet	Fazele trebuie să corespundă notației de pe	- PIF, RK	

	denței fazelor	montat.	transformator şi, de asemenea, fazelor sistemului.	- - Demontarea sau în-locuirea barelor şi a trafo	
5.18	Verificarea continui-tății şi măsurarea rezistenței legăturilor	Conform instrucțiunilor de fabrică	Conform instrucțiunilor de fabrică şi, în lipsa acestora, conform instrucțiunilor de exploatare	- PIF cu decuvare - PIF fără decuvare, numai la trafo care	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	interioare (de punere la masă) a jugurilor axei magnetice, a schelelor inelelor de presare a circuitului etc.			au legăturile respective fixate pe placa izolată de borne de pe partea superioară a cuvei trafo	
5.19	Măsurarea rezistenței de izolație a jugului, buloanelor, schelelor, pachetelor de tole	Măsurarea se face cu megohmmetrul de 500 V, conform instrucțiunilor furnizorului.	Valoarea rezistenței de izolație R_{60} nu se normează, dar rezultatele măsurătorilor nu trebuie să fie mai mici de 70% din valorile de referință precizate în buletinele de fabrică.	- PIF numai dacă e prevăzută placa de borne pe cuva trafo - RC şi RK	
5.20	Încercarea etanşeității la ulei a cuvei şi a accesoriilor trafo	Încercarea se efectuează în conformitate cu STAS 1703/7. Suprapresiunea se obține prin racordarea la conservator sau la robinetul de pe capac (dacă trafo este fără con-servator) a unei țevi ce se umple cu ulei până la înălțimea	Proba de etanşeitate la ulei durează 5 ore. Valoarea presiunii de încercare este de: - 0,6 m coloană de ulei deasupra nivelului normal superioar al acestuia în conservator (sau în cuvă, dacă trafo este fără conservator), pentru trafo cu cuve netede	- PIF - RK	

		corespunzătoare valorii presiunii de încercare. În timpul încercării orificiului țevii de respirație a conservatorului sau alte orificii vor fi obturate. Temperatura uleiului nu va fi mai mică de $+10_oC$.	sau cu radiatoare din țevi; - 0,3 m coloană de ulei deasupra nivelului normal superior al acestuia în conservator (sau în cuvă, dacă trafo este fără conservator) pentru trafo cu radiatoare din tablă ambutisată.		
5.21	Încercarea etanşeității la vacuum înainte de umplerea sau	Se execută numai la trafo peste 110 kV la care umplerea, completarea cu ulei se fac sub vacuum şi la care cuvele	Se face în cuvă (conservatorul nu rezistă la vacuum şi va fi izolat) vidul prescris conform cărții tehnice pentru	- PIF - RC, RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	completarea cu ulei (pentru trafo sosite fără ulei sau cu ulei la care spațiul de sub capac este sub presiune de azot sau aer uscat)	sunt dimensionate la vacuum (orientativ: pentru trafo cu puteri de 10-40 MVA la 300-400 mm col.Hg şi puteri ≥ 80 MVA la 20-30 mm col.Hg).	umplerea sub vid a trafo, apoi se închide ermetic trafo şi peste o oră se măsoară din nou vidul. Presiunea reziduală din cuvă nu trebuie să crească cu mai mult de 15 mm Hg/h.		
5.22	Verificarea înclinării conductelor de legătură între trafo şi conservator şi a capacului trafo Verificarea pantei conductelor de aeri-	Verificarea se efectuează conform instrucțiunilor furnizorului şi a fişelor tehnice specificate.	Se va verifica înclinarea în sus a capacului cuvei trafo în direcția releului de gaze, înclinare care trebuie să fie de 1-2 %. Se vor verifica panta conductelor ce leagă cuva, oalele izolatoarelor, camera ruptorului cu conservatorul, trecând prin releele de gaze.	- PIF Intervenții cu demontări ale conductelor de aerisire	

	sire a oalelor izola-toarelor şi a camerei ruptorului de la co-mutatorul de reglaj în sarcină		Aceste conducte vor avea o pantă urcătoare spre releul de gaze şi conservator de 2-4%. Se va controla ca aceste conducte să nu fie obturate.		
5.23	Verificarea traductoa-elor de temperatură (termometre, termore-zistenţe, termocuple, indicator de pericol) de nivel ulei, presiune ulei, presiune apă, releu de gaze şi a circuitelor (cablajelor) acestora	Verificarea se efectuează conform in-strucţiunilor furnizorului şi a fişelor tehnice specifice. Verificarea rezistenţei de izolaţie se face cu megohmmetrul de 500 V.	Toate accesoriile trebuie să funcţioneze corect. Rezistenţa minimă de izolaţie va fi de 2 MΩ la 20$_o$C.	- PIF,RT,RC,RK - Lucrări în circuitele respective	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
5.24	Verificarea sistemului de răcire (inclusiv a dulapurilor cu elemente de comandă, protecţie, semnalizări şi a circuitelor aferente)	Verificarea se efectuează conform instrucţiunilor furnizorului şi a fişelor tehnice specifice. Măsurarea rezistenţei de izolaţie se face cu megohmmetrul de 500 V c.c. sau 1000 V c.c. pentru circuit.	1) Se verifică funcţionarea corectă a: - ciricuitelor de comandă, protecţie, semnalizare aferente sistemului de răcire; - automaticii de intrare în funcţiune şi de scoatere din funcţiune a răcitoarelor; - electroventilatoarelor şi a electropompe-lor de ulei. 2) Se verifică rezistenţa de izolaţie a electropompelor şi electroventilatoarelor,	- PIF,RT,RC,RK - Lucrări în circuitele de comandă, protecţie, semnalizare	

			respectiv a cablajelor aferente. Rezistența de izolație trebuie să fie de minimum 2 MΩ la 20oC. 3) Se verifică etanşeitatea dulapului. 4) Se verifică starea contactelor la relee, contactoare, conexiuni etc. 5) Se verifică rezistența de izolație a circuitelor de comandă, protecție, semnalizare. Rezistența de izolație trebuie să fie de minimum 2 MΩ la 20oC.		
5.25	Verificarea protecției de cuvă	Verificarea se efectuează conform instrucțiunilor furnizorului. Măsurarea rezistenței de izolație se efectuează cu megohmmetrul de 2500 V c.c.	1) Se verifică rezistența de izolație a pieselor izolante ale cuvei față de pământ. Rezistența de izolație nu trebuie să fie mai mică de 10 MΩ la 20oC în stare uscată. 2) Se verifică funcționarea corectă a protecției de cuvă.	- PIF - RT	
5.26	Verificarea elementelor de protecție la supratensiuni atmosferice	Verificarea se efectuează conform instrucțiunilor furnizorului de descărcătoare, fişei tehnologice specifice şi cap.14 din prezentul normativ.	Condițiile impuse vor corespunde instrucțiunilor furnizorului şi cap.14.	- PIF - RT	

Recalcularea rezistenței de izolație pentru o altă temperatură

Exemplu de calcul :

In buletinul de fabrică valoarea rezistenței R_{60} măsurată între înfăşurarea de înaltă tensiune şi înfăşurarea de joasă tensiune legată la masă este 1450 MΩ la temperatura uleiului la partea superioară a cuvei de 21°C (t_2).

In timpul măsurării la punerea în funcțiune temperatura a fost de t_1=18°C, deci:

$t=t_2-t_1=3^oC$

Pentru această diferență de temperatură coeficientul K_1=1,13 (vezi pct.5.2 din tabel). Deci, rezistența de izolație la 18°C va fi:

R_{60} = 1450 x 1,13 = 1639 MΩ .

Se ştie că la PIF rezistența de izolație nu trebuie să fie mai mică de 70% din cea măsurată în fabrică.

Deci, rezistența de izolație minimă acceptată la punerea în funcțiune va fi de

R_{60}=1639x0,70=1147 MΩ .

Anexa 5B

Recalcularea tgδ a înfăşurărilor pentru o altă temperatură

Exemplu de calcul:

In buletinul de fabrică s-a precizat pentru valoarea tangentei unghiului de pierderi dielectrice (tg δ) a izolației între înfăşurarea de înaltă tensiune şi înfăşurarea de joasă tensiune legată la masă o valoare de tgδ =0,4%, la temperatura uleiului la partea superioară a cuvei de 21°C (t_2).

La PIF, temperatura izolației transformatorului (temperatura uleiului la partea superioară a cuvei) era de 18°C. Deci, t=3°C, valoare care corespunde coeficientului K_2=1,09 (vezi pct.5.3 din tabel).

Deci, valoarea tgδ măsurată în fabrică şi readusă la 18_oC va fi:

$$tg\ \delta = 0,4 / 1,09 = 0,36\ \%$$

La PIF, valoarea tgδ poate fi mai mare față de valoarea măsurată în fabrică cu cel mult 30 %.

Deci, valoarea maximă acceptată a tgδ a izolației înfăşurărilor în cazul menționat, la punerea în funcțiune, trebuie să fie de cel mult:

$$(0,46 \times 1,3) = 0,477\ \%.$$

Partea a 6-a

BOBINE DE REACTANTA SHUNT

Standarde de referință

STAS 1703/1÷ 7-80.	Transformatoare de putere în ulei.
	Instrucțiunile furnizorului din cărțile tehnice ale bobinei de reactanță şhunt şi accesoriile acesteia

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
6.1	Încercarea uleiului	Condiţiile de recoltare a probelor de ulei sunt conforme cu PE 129/91. Umiditatea relativă a mediului ambiant la prelevarea mostrei de ulei trebuie să fie de maximum 80%. 1) Metoda de determinare a tensiunii de străpungere-conform STAS 286	Se vor efectua următoarele probe: 1) Determinarea tensiunii de străpungere Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap.21 pentru uleiul românesc	- PIF, apoi la 10 zile, la 1 lună, la 3 luni, la 12 luni şi în continuare la intervale de un an - RT, RC, RK şi conform anexei 21.1	
		2) Metode de măsurare a tangentei unghiului de pierderi dielectrice - conform STAS 6799	2) Măsurarea tangentei unghiului de pierderi dielectrice Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap.21 pentru uleiul românesc	Idem	
		3) Metoda de determinare a indicelui de aciditate - conform STAS 23	3) Măsurarea indicelui de aciditate Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap.21 pentru uleiul românesc	Idem	
		4) Metoda de măsurare a conţinutului de acizi şi baze solubile în apă - conform STAS 22	4) Măsurarea conţinutului de acizi şi baze solubile în apă Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc	Idem	
		5) Metode de măsurare a conţinutului de impurităţi mecanice - conform STAS 33	5) Măsurarea conţinutului de impurităţi mecanice Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap.21 pentru uleiul românesc	Idem	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		6) Metode de verificare a punctului de inflamabilitate - conform STAS 5488	6) Verificarea punctului de inflamabilitate Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap. 21 pentru uleiul românesc	- PIF, apoi la 10 zile, la 1 lună, la 3 luni, la 12 luni şi în continuare la intervale de un an - RT, RC, RK şi conform anexei 21.1	
		7) Metoda de măsurare a conținutului de apă în ulei (metoda Karl-Fischer) – conform STAS 7041	7) Măsurarea conținutului de apă în ulei Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap.21 pentru uleiul românesc	Idem	
		8) Metoda de măsurare a conținutului de gaze dizolvate în ulei conform instrucțiunii specifice	8) Măsurarea conținutului de gaze dizolvate în ulei Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc	Idem	
		9) Metoda de efectuare a probei Natron - conform STAS 30	9) Probe Natron Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc	La uleiul nou înainte de utilizare	
		10) Metoda de verificare a aspectului - conform STAS 34	10) Verificarea aspectului Uleiul trebuie să fie limpede, fără	O dată cu analizele cantitative	

			suspensii.		
		11) Metoda de măsurare a tensiunii interfaciale - conform STAS 9654	11) Măsurarea tensiunii interfaciale Valori limită conform cap.21 pentru uleiul românesc	La PIF, la un an, la 3 ani şi apoi la intervale de 3 ani	
		12) Metoda de verificare a stabilității la oxidare - conform STAS 6798	12) Verificarea stabilității la oxidare Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap.21 pentru uleiul românesc	La uleiul nou înainte de utilizare	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		13) Metoda de determinare a punctului de congelare - conform STAS 39	13) Determinarea punctului de congelare Valori limită conform anexei 6.1 pentru uleiul rusesc sau cap.21 pentru uleiul românesc	La uleiul nou, înainte de utilizare	
		14) Metoda de analiză cromatografică a gazelor dizolvate	14) Analiza se face conform standardului de metodă specific.		
		15) Metoda de determinare a conținutului de aditiv - conform STAS 12044	15) Determinarea conținutului de aditiv Valori limită - conform anexei 6.1	- La uleiul nou, înainte de utilizare - RT	
6.2	Măsurarea rezistenței de izolație şi a coeficientului de absorbție R_{60}/R_{15} a înfăşurării (AX) şi a	1) Metoda de măsurare – conform STAS 1703/7-1980 2) Măsurarea se efectuează la o umidi-tate a mediului ambiant de maximum 80%. 3) Măsurarea se efectuează numai după ce	1) La PIF rezistența de izolație R_{60} nu trebuie să scadă sub 70% din valoarea măsurată în fabrică, raportată la aceeaşi temperatură. 2) În perioada de exploatare rezultatele	- PIF - RT, RC, RK	

	ecranelor electrostatice (E_1 şi E_2)	sunt curăţate cu tetraclorură de carbon sau alcool de 90o, în mod corespunzător, izolatoarelor de porţelan aferente înfăşurării, ecranelor magnetice şi bornei de măsură a trecerii izolate de IT. 4) Se măsoară rezistenţa de izolaţie în combinaţiile: AX - (E_1 + E_2 +) E_1 - (AX + E_2 +) E_2 - (AX + E_1 +) (E_1 + E_2) - (AX +) dacă nu se indică alte combinaţii în buletinul de fabrică.	măsurătorii rezistenţei de izolaţie şi a coeficientului de absorbţie R_{60}/R_{15} se vor analiza în complexul rezultatelor tuturor verificărilor efectuate asupra izolaţiei solide şi, respectiv, uleiului. 3) O urmărire specială a caracteristicilor izolaţiei solide şi, respectiv, a uleiului se va face din momentul în care, în timpul exploatării, rezistenţa de izolaţie a scăzut la 70% din valoarea măsurată în fabrică, raportată la aceeaşi temperatură.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		5) Măsurătorile se efectuează cu megohmmetrul de 2500 V c.c. 6) Măsurarea se efectuează la o temperatură a izolaţiei egală cu cea indicată în buletinul de fabrică ± 5oC, dar nu mai mică de +20oC. 7) Când măsurarea se face la două temperaturi, mai întâi se efectuează măsurarea la temperatura cea mai mare şi apoi la temperatură mai redusă.			

		8) Măsurarea se efectuează după minimum o oră de la deconectarea sursei exterioare de încălzire a bobinei. 9) Recalcularea valorii rezistenței de izolație R_{60} măsurate pentru alte temperaturi, în scopul comparării cu valorile măsurate anterior, se face folosind coeficientul de variație a rezistenței de izolație cu diferența de temperatură. Acest coeficient se determină din diagrama rezultată, efectuând măsurarea rezistenței de izolație la două temperaturi diferite îdreapta R_{iz}=f(T)ş. 10) Temperatura bobinei este considerată temperatura uleiului la partea superioară a cuvei bobinei.			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		11) Recalcularea nu se ia în considerare dacă diferența de temperatură (la efectuarea măsurătorilor în momente diferite) este mai mare de 5_oC.			
6.3	Măsurarea tangentei unghiului de pierderi	1) Metoda de măsurare-conform STAS 1703/7-1980	1) La PIF valoarea tgδ a izolației nu trebuie să depășească cu mai mult de 30%		

	dielectrice a izolației înfăşurării AX şi a ecranelor	2) Măsurarea se efectuează la o umiditate a mediului ambiant de maximum 80%. 3) Măsurarea se efectuează numai după ce sunt curățate cu tetraclorură de carbon sau alcool de 90°, în mod corespunzător, izolatoarele de porțelan aferente înfăşurării, ecranelor şi bornei de măsură a trecerii izolate de IT. 4) Se măsoară tgδ a izolației în combinațiile : AX - (E_1 + E_2 +) AX - E_1 ; (E_2 +) AX - E_2 ; E_1 +) dacă nu sunt indicate alte combinații în buletinul de fabrică. 5) Măsurătorile se efectuează cu puntea Schering. 6) Tensiunea de măsură este de 10 kV c.a. ATENȚIE! Este interzisă aplicarea tensiunilor mai mari de 1,5 kV c.a. la ecranele E_1 şi E_2.	valoarea măsurată în fabrică, raportată la aceeaşi temperatură. 2) În perioada de exploatare rezultatele măsurării tgδ se vor analiza în complexul rezultatelor tuturor verificărilor efectuate asupra izolației solide şi, respectiv, uleiului. 3) O urmărire specială a caracteristicilor izolației solide şi, respectiv, a uleiului se va face din momentul în care timpul exploatării tgδ a izolației a crescut cu mai mult de 30% față de valoarea măsurată în fabrică, raportată la aceeaşi temperatură.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		7) Măsurarea se efectuează la o temperatură a izolației egală cu cea indicată în buletinul de fabrică ± 5°C, dar			

		nu mai mică de +20$_o$C. 8) Când măsurarea se face la două temperaturi, mai întâi se efectuează măsurarea la temperatura cea mai mare şi apoi la temperatura mai redusă. 9) Recalcularea valorii rezistenței de izolație R_{60}, măsurate pentru alte temperaturi, în scopul comparării cu valorile măsurate anterior, se face folosind coeficientul de variație a tgδ a izolației, cu diferența de temperatură. Acest coeficient se determină din diagrama rezultată, efectuând măsurarea tgδ a izolației la două temperaturi diferite îdreapta tgδ = f(T)ş. 10) Temperatura bobinei este considerată temperatura uleiului la partea su-perioară a cuvei bobinei. 11) Recalcularea nu se ia în considerare dacă diferența de temperatură (la efectuarea măsurătorilor în momente diferite) este mai mare de 5$_o$C.			
6.4	Verificarea trecerilor izolate tip condensa-tor prevăzute cu bornă	1) Metodele de verificare-conform 3.1.E-I 53/82 şi instrucțiunilor furnizorului	1) Se măsoară: 1.1) Rezistența la izolație: - R_{c1} – între calea de curent şi borna de		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	de măsură a capacității şi a tg δ	2) Temperatura uleiului la partea superioară a cuvei în timpul verificărilor : între $+15_oC$ şi $+35_oC$ 3) Măsurarea rezistențelor de izolație, a $tg\delta_{c_1}$ şi $tg\delta_{c_2}$, respectiv a capacităților C_1 şi C_2, se efectuează la o umiditate relativă a aerului ambiant de cel mult 90% şi numai după ce s-a curățit izolatorul (inclusiv cel aferent bornei de măsură) cu alcool de 80_oC sau tetraclorură de carbon. 4) Măsurarea rezistenței de izolație se face cu megohmmetrul de 2500 V c.c. 5) Măsurarea capacității C_1 şi a $tg\delta_{c_1}$ se efectuează la tensiunea de 10 kV c.a., 50 Hz, cu puntea Schering în schema directă. 6) Măsurarea capacității C_2 şi a $tg\delta_{c_2}$ se efectuează la tensiunea de 5 kV c.a., 50 Hz, cu puntea Schering în schema inversă. Valoarea tensiunii de încercare trebuie scăzută la 1,5 kV c.a., dacă din buletinul de fabrică rezultă că C_2 şi $tg\delta_{c_2}$ s-au	măsură a trecerii izolate; - Rc_2 – între borna de măsură a trecerii izolate şi flanşa trecerii izolate; - Rc_{1+c_2} – între calea de curent şi flanşa trecerii izolate. 1.2) Tangenta unghiului de pierderi dielectrice: $tg\delta_{c_1}$ şi $tg\delta_{c_2}$ 1.3) Capacitățile C_1 şi C_2 1.4) Presiunea sau nivelul uleiului în trecerea izolată 2) Valorile măsurate ale caracteristicilor menționate la pct.1 nu trebuie să depăşească limitele maxime, precizate de fabrica constructoare, ale trecerii izolate respective (cap.15). 3) Pentru trecerile izolate de 500 kV ruseşti : - Rezistența de izolație a bornei de măsură nu trebuie să fie mai mică de 1500 $M\Omega$. - Valoarea $tg\delta$ ($tg\delta_{c_1}$ şi $tg\delta_{c_2}$) nu trebuie să depăşească cu mai mult de +10% valoarea măsurată în fabrică.		

		măsurat la tensiunea de maximum 1,5 kV c.a., 50 Hz.	- Valoarea capacității C_1 şi C_2 nu trebuie să depăşească cu mai mult de +20% valoarea măsurată în fabrică.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
6.5	Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurării	1) Metoda de măsurare este conform STAS 1703/80. Se foloseşte metoda punții. 2) Temperatura înfăşurării este considerată valoarea medie aritmetică a temperaturilor uleiului la partea superioară ($T_{u.s.}$) şi, respectiv, la partea inferioară ($T_{u.inf.}$) a cuvei : $T_{inf.} = (T_{u.s.} + T_{u.inf.})/2$ 3) După o perioadă mai îndelungată (circa 2 zile) de menținere a bornei în starea deconectată de la rețea, temperatura uleiului la partea superioară şi, respectiv, la partea inferioară a cuvei este, practic, egală.	Valoarea rezistenței înfăşurării nu trebuie să difere cu mai mult de ± 2% de valoarea măsurată în fabrică, raportată la aceeaşi temperatură.	- PIF - RT, RC, RK	
6.6	Verificarea trafo de curent de tip inclus	1) Verificarea se efectuează când umiditatea relativă a mediului ambiant este sub 80%. 2) Măsurarea rezistenței de izolație se efectuează cu megohmmetrul de 500, 1000	Se efectuează următoarele verificări: 1) Controlul vizual exterior Nu trebuie să existe deteriorări exterioare, scurgeri de ulei, murdărie pe placa cu bornele exterioare ale înfăşurării secundare	- PIF - RT, RC, RK	

		şi 2500 V c.c. 3) Temperatura transformatorului de curent de tip inclus se consideră egală cu temperatura uleiului la partea superioară a cuvei. 4) Măsurarea rezistenței ohmice se face prin metoda punții, cu o precizie de cel puțin 0,2.	a transformatorului de curent de tip inclus. 2) Măsurarea rezistenței de izolație față de carcasa pusă la masă şi, respectiv, față de celelalte trafo de curent de tip inclus din aceeaşi carcasă 3) Valoarea rezistenței de izolație nu trebuie să fie mai mică de 1000 MΩ la o temperatură de 20$_o$C.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		5) Pentru măsurarea curentului şi a tensiunii la proba cu tensiune aplicată, precizia de măsurare va fi de cel puțin 1,5. 6) După verificarea caracteristicilor de magnetizare, în mod obligatoriu se va efectua şi operația de demagnetizare a trafo de curent de tip inclus, conform instrucțiunilor fabricii constructoare.	Dacă măsurarea rezistenței de izolație s-a făcut fără dezlegarea conexiunilor la circuitele secundare aferente, valoarea rezistenței de izolație nu trebuie să fie mai mică de 2 MΩ la o temperatură de 20$_o$C. 4) Încercarea izolației înfăşurării secundare a trafo de curent de tip inclus cu tensiune aplicată, c.a., 50 Hz, timp de 1 min Se încearcă izolația față de carcasa proprie pusă la masă şi față de înfăşurările secundare puse la masă ale celorlalte trafo de curent de tip inclus din aceeaşi carcasă. Conexiunile la circuitele secundare trebuie să fie dezlegate de la bornele înfăşurării trafo de curent de tip inclus.		

			Valoarea tensiunii de încercare este egală cu valoarea precizată în instrucțiunile fabricii constructoare a transformatorului de curent de tip inclus. 5) Verificarea polarității şi a marcajelor corespunzătoare 6) Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurării secundare a trafo de curent de tip inclus Se măsoară rezistența pe toate prizele înfăşurării secundare.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			Valoarea măsurată nu trebuie să difere cu mai mult de ± 2% față de valoarea din buletinul de fabrică pentru trafo de curent respectiv. 7) Verificarea caracteristicii de magnetiza-re sau a punctului de control Se verifică caracteristica de magnetizare (curba volt-amper) a trafo de curent, pe cât posibil la valori ale curentului apropiate de valorile menționate în buletinul de fabrică pentru aceeaşi probă. Caracteristica de magnetizare trebuie să		

			aibă aceeaşi alură cu cea din buletinul de fabrică. Dacă în instrucţiunile furnizorului se solicită numai verificarea caracteristicii de magnetizare în punctul de control, atunci la valoarea indicată de furnizor pentru curentul prin înfăşurarea trafo de curent de tip inclus se măsoară tensiunea la bornele acestei înfăşurări. Valoarea acestei tensiuni nu trebuie să depăşescă valoarea limită precizată în instrucţiunile furnizorului.		
6.7	Verificarea etanşeităţii la ulei a bobinei	Metoda de verificare - conform instrucţiunilor fabricii constructoare	Condiţii de încercare - conform instrucţiunilor fabricii constructoare	- PIF - RC şi RK, care implică dezetanşeizarea bobinei	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
6.8	Verificarea etanşeităţii bobinei (cuvă) la vacuum înaintat	Metode de verificare - conform instrucţiunilor fabricii constructoare	Condiţii de încercare - conform instrucţiunilor fabricii constructoare	RC şi RK, care implică dezetanşeizarea cuvei, tratarea izolaţiei etc.	
6.9	Verificarea înclinării conductei de legătură dintre cuvă şi conservator, a conductelor de aerisire, a	Metode de verificare - conform instrucţiunilor fabricii constructoare	1) Înclinarea conductelor în direcţia releului de gaze: 2-3% 2) Înclinarea capacului cuvei în direcţia releului de gaze: 1-1,5%	- PIF - RC şi RK, care implică demontarea conductelor sau înlocuirea bobinei	

	capacului bobinei				
6.10	Verificarea traductoarelor de temperatură, a indicatorului de nivel al uleiului în conservator, a releului de gaze, a manometrelor etc.	Metode de verificare - conform instrucțiunilor fabricii constructoare	Condiții de încercare - conform instrucțiunilor fabricii constructoare	- PIF - RT, RC, RK	
6.11	Verificarea instalațiilor auxiliare (baterii de răcire, electropompe, electroventilatoare etc.)	Metode de verificare - conform instrucțiunilor fabricii constructoare	Condiții de încercare – conform instrucțiunilor fabricii constructoare	- PIF - RT, RC, RK	
6.12	Verificarea dulapurilor cu elemente de comandă, control, protecție, semnalizare, precum şi a cablajelor aferente acestora	Metode de verificare - conform instrucțiunilor din cartea tehnică a bobinei	Condiții de încercare - conform instrucțiunilor fabricii constructoare	- PIF - RT, RC, RK	

Anexa 6.1

VALORI LIMITĂ ADMISIBILE ALE CARACTERISTICILOR ULEIULUI ELECTROIZOLANT RUSESC PENTRU BOBINELE DE REACTANȚĂ CARE SUNT ÎN FUNCȚIONARE ÎN INSTALAȚIILE RENEL

Nr.	Parametrii calitativi	Tipul uleiului

crt.	ai uleiului	TKP				GK			
		Înainte de umplere	După umplere	La PIF	În exploatare	Înainte de umplere	După umplere	La PIF	În exploatare
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Tensiunea de străpungere	60	55	55	35 pentru 110 kV 45 pentru 400 kV	70	55	65	65
2	Tangenta unghiului de pierderi dielectrice la 90oC (%), maximum	1,5	2,0	2,0	7 pentru 110 kV 5 pentru 400 kV	0,5	0,9	0,7	0,7
3	Indicele de aciditate (mg KOH/g), maximum	0,02	0,02	0,02	0,25	0,01	0,01	0,01	0,1
4	Conținutul de acizi şi baze solubile în apă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă
5	Conținutul de impurități mecanice (% masă), maximum	lipsă	lipsă	lipsă	lipsă	0,001	0,001	0,001	0,001
6	Punctul de inflamabilitate (oC), minimum	135	135	135	134	135	135	135	134

Anexa 6.1 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Conținutul de apă (%), maximum	0,001	0,0025[x)] 0,001[xx)]	0,0025[x)] 0,001[xx)]	0,002[xx)]	0,001	0,001	0,001	0,002[x)]
8	Conținutul total de gaze dizolvate în ulei (%)	0,1	0,1	0,1	1[xx)]	0,1	0,1	0,5	2
9	Punctul de completare	45	-	-	45	45	-	-	45
10	Proba natron	0,4							
11	Viscozitate cinematică (%), maximum la +50°C:	9	-	-	-	9	-	-	9
	la -30°C:	1500	-	-	-	1800	-	-	-
12	Stabilitatea la oxidare : - depuneri (% masă), maximum	0,01	-	-	-	0,01	-	-	-
	- indicele de aciditate al uleiului oxidant (mg KOH/g), maximum	0,10	-	-	-	0,10	-	-	-
13	Conținutul de aditiv antioxidant (% masă)	0,2	-	-	-	0,2	-	-	-

[x)] Cazul bobinelor cu conservator care permite contactul direct al uleiului cu aerul din atmosfera exterioară

[xx)] Cazul bobinelor cu conservator cu membrană de protecție

Partea a 7-a

TRANSFORMATOARE DE TENSIUNE

Standarde de referință

SR CEI 60186-96	Transformatoare de măsură
3.1. RE-I 53-91	Instrucțiuni tehnologice de verificare a transformatoarelor de măsură (Vol.II)

a) Monitorizarea transformatoarelor de tensiune, în cadrul mentenanței predictive (condiționate)

Nr. crt.	Denumirea probei	Condițiile de execuție a probei	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații
1	Incercarea uleiului din cuvă	Proba se ia numai de la buşonul de golire al cuvei, pe timp uscat, la temperaturi ambiante cuprinse intre 10º si 30ºC, de regulă în sezonul cald (perioada martie-octombrie, cu condiția ca umiditatea relativă să fie de maximum 60%). Proba de ulei se ia, de preferință, la transformatoarele de măsură în stare caldă (imediat după deconectare). Incercarea uleiului se execută numai la transformatorele de măsură de 110 kV de tip inductiv, precum şi la partea inductivă a transformatoarelor capacitive. Luarea probelor din condensatoarele transformatoarelor de 110-400 kV de tip capacitiv **este interzisă** !.	Conform cap.21 şi anexelor 21.1 si 21.2	**Control curent** - PIF - Interventii accidentale sau recondiționări - RT1), RC, RK - Anual, la transformatoarele la care s-a constatat o înrăutățire a izolației principale sau în cazul unor valori la limită **Analiza redusă** Numai în cazul în care rezultatele nu sunt corespunzătoare.	a) La transformatoarele de fabricație străină , pentru care nu există ulei de rezervă pentru completări, proba nu este obligatorie la punerea în funcțiune. b) La transformatoarele de 6-60 kV proba este facultativă . In loc de efectuarea probei, se va înlocui uleiul la 6-10 ani, conform ITI. c) La transformatoarele fabricate în România buletinele de fabrică sunt valabile la PIF dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor.
2	Măsurarea pe cale electrică a descărcărilor parțiale (DP)	Măsurarea se poate executa cu transformatorul de tensiune energizat din rețea sau de la o sursă separată. Pentru realizarea circuitului de măsurare si etalonarea acestuia conform CEI 60270/2000 transformatorul de tensiune trebuie scos de sub tensiune pentru o durată de timp de cca. 1 oră. Se recomandă ca măsurătoarea să se execute când umiditatea mediului ambiant este mai mică de 80 %.	Criterii de promovare: - nivelul descărcărilor parțiale este mai mic de 100pC - nivelul de DP este stabil în timp şi nu are tendința de creştere. Diagnosticarea naturii şi locului defectului se va face de specialişti în domeniu.	- Periodic la interval de un an - La PIF - Dupa RK sau intervenții în interiorul transformatoarelor	

b) Efectuarea probelor şi verificărilor la transformatoare de tensiune în cadrul unui sistem de mentenanță preventivă de tip programat (sistematic)

Nr. crt.	Denumirea probei	Condițiile de execuție a probei	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații
0	1	2	3	4	5
7.1	Încercarea uleiului din cuvă	Proba se ia numai de la buşonul de golire al cuvei, pe timp uscat, la temperaturi ambiante cuprinse între 10o şi 30oC, de regulă în sezonul cald (perioada martie-octombrie, cu condiția ca umiditatea relativă să fie de maximum 60%). Proba de ulei se ia, de preferință, la transformatoarele de măsură în stare caldă (imediat după deconectare). Încercarea uleiului se execută numai la transformatorele de măsură de 110 kV de tip inductiv, precum şi la partea inductivă a transformatoarelor capacitive. Luarea probelor din condensatoarele transformatoarelor de 110-400 kV de tip capacitiv este interzisă.	Conform cap.21 şi anexelor 21.1 şi 21.2	**Control cu curent** - PIF - Intervenții accidentale sau recondiționări - RT1), RC, RK Anual, la transformatoarele la care s-a constatat o înrăutățire a izolației principale sau în cazul unor valori la limită **Analiză redusă** Numai în cazul în care rezultatele nu sunt corespunzătoare.	a) La transformatoarele de fabricație străină, pentru care nu există ulei de rezervă pentru completări, proba nu este obligatorie la punerea în funcțiune. b) La transformatoarele de 6-60 kV proba este facultativă. În loc de efectuarea probei, se va înlocui uleiul la 6-10 ani, conform ITI. c) La transformatoarele fabricate în România buletinele de fabrică sunt valabile la PIF dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
7.2	Măsurarea rezistenței de izolație a înfăşurărilor	Măsurarea se execută cu megohmmetrul de 2500 V, la temperaturi ale mediului ambiant cuprinse între 10_o şi 30_oC, de regulă în sezonul cald (aprilie-septembrie). Măsurarea se execută o dată cu probele 7.1 şi 7.3 Înainte de măsurare se curăță carcasa de porțelan a transformatorului şi bornele de joasă tensiune. Se măsoară succesiv rezistența de izolație între fiecare înfăşurare şi corpul metalic, precum şi între înfăşurări luate două câte două. La transformatoarele inductive cu izolație degresivă şi bornă de legare la pământ inaccesibilă, precum şi la cele capacitive, măsurarea se execută numai între înfăşurările de joasă tensiune şi corpul electric, precum şi între ele.	Rezultatele măsurătorilor se compară cu datele de referință, față de care nu se admit scăderi sub : - 50 % la transformatoarele cu $U_n \leq 110$ kV; - 70 % la transformatoarele cu $U_n > 110$ kV În lipsa unor valori de referință inițiale, valoarea măsurată la transformatoarele din exploatare trebuie să fie mai mare decât: - 2000 MΩ pentru înfăşurarea de înaltă tensiune; - 50 MΩ pentru înfăşurarea de joasă tensiune (inclusiv pentru borna de nul a înfăşurării de înaltă tensiune a transformatorului de tensiune cu izolație degresivă).	- PIF - După intervenții şi reparații accidentale - RT[1)], RC, RK - Anual la transformatoarele la care s-a constatat o înrăutățire a uleiului sau care prezintă valori ale parametrilor de izolație la limită	Buletinele de fabrică sunt valabile dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor.
7.3	Măsurarea tangentei unghiului de pierderi dielectrice (tgδ) la izolația principală	Măsurarea se execută cu puntea Schering, la transformatoarele inductive de 110 kV şi la cele capacitive de 110-400 kV fabricate în România, de preferință la	Rezultatele se compară cu valorile de referință, față de care se admite o dublare a valorilor. În cazul în care aceste valori	a) PIF - Intervenții, reparații accidentale şi recondiționări - RT, RC, RK	a) Buletinele de fabrică sunt valabile la PIF, dacă nu s-au

		tensiunea nominală a transformatorului, dar nu la mai puțin de 10 kV. Măsurarea tg δ se execută, de obicei, în	lipsesc, se pot lua următoarele valori limită orientative pentru transformatorul TEMU-110 kV	- Anual, la transformatoarele la care s-a constatat înrăutățirea uleiului sau care prezintă valori la limită ale tgδ .	depăşit 6 luni de la data emiterii lor. b) În exploata-

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		perioada aprilie-septembrie, la temperaturi ambiante cuprinse între 10_o şi 30_oC. Pentru a se trage concluzii adecvate asupra stării izolației transformatorului, măsurarea tg δ trebuie asociată cu măsurarea rezistenței de izolație şi analiza redusă a uleiului. Schemele de măsură utilizate sunt date în instrucțiunile de exploatare.	şi elementul capacitiv TECU 10 kV: Ocazia verificării / tg δ Etanş / Respirație liberă / TECU PIF: 1,2 / 1,8% / 0,37% Exploatare: 3 / 5% / 0,37% După recondiționare: 1,2 / 1,8% / 0,37%	b) La TECU 110- 400 kV, care au montate contoare în secundar, în puncte de schimb de energie măsură-toarea se execută la PIF şi o dată la 4 ani.	re, măsurările se vor executa numai în cazul când există utilajul adecvat pentru execuția măsurării (fără erori datorate influențelor exterioare) sau când se pot deconecta celulele vecine sau sistemul de bare vecin. La depăşirea valo-rii tg δ din tabel, acestea se înlocu-iesc, putând fi montate în alt punct al schemei, acesta

					nefiind punct de schimb de energie.
7.4	Încercarea izolației înfăşurărilor secundare cu tensiune alternativă mărită	Încercarea se execută cu 2 kV timp de 1 min. Tensiunea se aplică succesiv între fiecare înfăşurare secundară şi celelalte legate la soclul (cuva) transformatorului.	În timpul încercării nu trebuie să apară străpungeri sau conturnări.	- PIF - Intervenții, reparații accidentale şi recondiționări - RK	Buletinele de fabrică sunt valabile la PIF, dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
7.5	Încercarea izolației înfăşurărilor primare cu tensiune alternativă mărită	Valorile tensiunilor de încercare pentru transformatoarele fabricate în țară sunt: U_m (kV) 7,2 12 (17,5) 25 $U_{înc.}$ (kV) 18 25,2 34,2 45 (36) (42) (72) 123 245 420 63 72 126 207 414 610 166x) x)Cele cu nivel de izolație redus Transformatoarele de import se vor	În timpul încercării nu este permis să apară străpungeri, conturnări, efluvii pe suprafața carcasei izolante sau zgomote neobişnuite în interiorul transformatorului.	- PIF (numai transformatoarele inductive până la 35 kV inclusiv) - Intervenții şi recondiționări	

		încerca cu 90% din tensiunea de încercare din fabrică. 1) **Transformatorul cu izolație plină** a) Încercarea izolației exterioare şi a înfăşurării primare față de soclu (cuvă) se face aplicând tensiunea de încercare de la o sursă separată, între bornele înfăşurării primare legate între ele şi bornele înfăşurării (înfăşurărilor) secundare scurtcircuitate şi legate la corpul metalic al transformatorului şi la pământ.			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Durata încercării este de 1 min. b) Încercarea izolației între spire se face aplicând înfăşurării secundare o tensiune corespunzătoare suficientă pentru a induce în înfăşurarea primară tensiunea primară prevăzută sau aplicând direct tensiunea de încercare pe înfăşurarea primară. În ambele cazuri tensiunea trebuie măsurată pe partea de înaltă tensiune. În timpul încercării, soclul (cuva), câte o bornă a fiecărei înfăşurări secundare, precum şi una din bornele înfăşurării			

		primare trebuie legate între ele şi la pământ. Frecvența tensiunii de încercare trebuie mărită (100-200 Hz) pentru evitarea creşterii excesive a curentului de magnetizare (de mers în gol). Pentru o frecvență de 100 Hz sau mai mult, durata încercării cu tensiune indusă este dată de formula: $t = 60 \times \frac{2f_n}{f_i}$ (s), în care: f_n = 50 Hz ; f_i este frecvența tensiunii de încercare (100-200 Hz).			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		2) **Transformatoarele cu izolație degresivă** a) Încercarea izolației externe şi interne (izolația înfăşurării primare față de masă şi între spire) se face ca la pct. 1b, cu diferența că borna înfăşurării primare, destinată a fi pusă la pământ în exploatare, trebuie pusă la soclu (cuvă) şi la pământ		- PIF (numai transformatoarele inductive până la 35 kV inclusiv) - Intervenții şi reconditionări	

		(în cazul în care legătura nu este realizată constructiv). b) Încercarea bornei de legare la pământ a înfăşurării primare (în cazul în care ambele capete ale acestei înfăşurări sunt accesibile) se face cu o tensiune alternativă de 2 kV timp de 1 min. 3) **Transformatorul de tensiune capacitiv** *a) Încercarea pe elemente componente* Condensatorul se încearcă la 0,85 din tensiunea de încercare prevăzută în tabel pentru transformatoarele cu izolaţie plină. Partea inductivă se încearcă cu tensiune indusă de frecvenţă mărită, cu valoarea de 40 kV. În serie cu transformatorul se încearcă şi bobina L_o. Capătul de izolaţie degresivă al înfăşurării transformatorului		- RK şi IA sau după reparaţii în atelier, când elementele principale (condensatorul şi partea inductivă) sunt separate prin decuvare	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		se va lega la masă. b) *Încercarea pe ansamblu* Încercarea se execută în condiţiile prevăzute la pct.2 a, utilizându-se o tensiune de frecvenţă mărită (100-200 Hz).		- RK şi IA sau după reparaţii în atelier, când există instalaţii de încercare cu înaltă tensiune adecvate	

7.6	Măsurarea rezistenței ohmice a înfăşurărilor (facultativ în exploatare)	Măsurarea se execută la transformatoarele (elementele) inductive, în curent continuu, cu puntea Wheatstone sau cu metoda voltmetru-ampermetru. Măsurarea se execută pentru fiecare înfăşurare în parte.	Rezultatul măsurării raportat la aceeaşi temperatură nu trebuie să difere cu mai mult de 2 % față de valorile de referință.	- PIF - Intervenții şi reparații accidentale la înfăşurări - RK	
7.7	Verificarea polarității înfăşurărilor	Verificarea se face în curent continuu, conform metodelor indicate în instrucțiunile de exploatare.	Polaritatea trebuie să corespundă cu notația bornelor.	- PIF - Intervenții şi reparații accidentale la înfăşurări	
7.8	Verificarea raportului de transformare	Măsurarea se execută, de preferință,la tensiunea nominală, utilizând aparate de măsură şi transformatoare etalon de clasă 0,2 sau 0,5. Verificarea se face pentru toate înfăşurările secundare.	Rezultatele se compară cu datele din buletinul de fabrică sau cu datele înscrise pe eticheta transformatorului.	- PIF - Reparații accidentale - RK	
7.9	Determinarea erorilor de unghi şi de raport	Verificarea se face cu instalații special destinate acestui scop.	Rezultatele măsurătorilor trebuie să se încadreze în limitele de erori prevăzute de STAS 11612/3,4 în vigoare.	- Intervenții şi repara-ții accidentale la înfăşurări - Conform normative-lor metrologice	
7.10	Ridicarea caracteris-ticii de mers în gol	Ridicarea caracteristicii se execută la transformatoarele inductive, pentru fie-	Curentul de mers în gol la U_n nu va depăşi valorile de referință.	- PIF - Intervenții şi repara-	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		care înfăşurare secundară în parte, prin		ții accidentale la	

<table>
<tr><td></td><td></td><td>alimentarea lor cu o tensiune până la 1,3 U_n. În timpul verificării, atât înfăşurarea primară, cât şi celelalte înfăşurări sunt deschise.</td><td></td><td>înfăşurări
- RK</td><td></td></tr>
<tr><td>7.11</td><td>Măsurarea sarcinii secundare</td><td>Măsurarea se execută după montajul definitiv al circuitului alimentat de transformatorul de tensiune, cu toate aparatele şi releele conectate.</td><td>Sarcina măsurată nu trebuie să depăşească sarcina nominală a secundarului respectiv, pentru clasa de precizie dată.</td><td>- PIF
- Modificări în circuitul de tensiune
- RK</td><td></td></tr>
<tr><td>7.12</td><td>Verificarea integrității circuitului antiferore-zonant la trafo capacitive TECU 110-400 kV</td><td>Proba constă în măsurarea căderii de tensiune pe rezistența cu silit (U_{R1}) din circuitul antiferorezonant, conform metodologiei indicate în instrucțiunile de exploatare. În caz de dubiu se măsoară şi curentul prin rezistență (I_{R1}).
Pentru transformatoarele conectate direct la bare (linie)1)
Proba se face prin alimentarea transforma-torului dintr-o sursă independentă, cu ajutorul unei instalații de încercare mobilă. În cazul în care nu se dispune de o sursă mobilă de înaltă tensiune şi de mare putere, verificarea se poate face la o tensiune redusă (30 kV), aplicată direct pe unitatea de bază a ansamblului de condensatoare de înaltă tensiune, fixată de capacul cuvei inductive.</td><td>1) Pentru transformatoarele noi, valorile măsurate se compară cu valorile din buletinul de fabrică, față de care nu vor diferi cu mai mult de 20%.
2) Pentru transformatoarele din exploa-tare, se pot lua în considerare următoarele valori orientative pentru U_{R1} şi I_{R1} :
- în cazul alimentării transformatorului la tensiunea nominală:
<table><tr><td></td><td>U_{R1} (V)</td><td>I_{R1}(A)</td></tr><tr><td>Trafo normal</td><td>30-60</td><td>0,04-0,1</td></tr><tr><td>Trafo defect</td><td><30
>60</td><td><0,04
>0,1</td></tr></table>- în cazul alimentării unității de bază la 30 kV:</td><td>- PIF
- La funcționări intempestive ale protecțiilor
În cazul unor erori mari la măsurarea tensiunii
- RT1), RC, RK</td><td></td></tr>
</table>

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			<table><tr><td></td><td>U_{R1} (V)</td><td>I_{R1}(A)</td></tr><tr><td>Trafo normal</td><td>20-45</td><td>0,02-0,05</td></tr><tr><td>Trafo defect</td><td><20 >45</td><td>>0,02 >0,05</td></tr></table>		

[1)] Proba se execută la minimum doi ani pentru transformatoarele fabricate în România şi la minimum şase ani pentru transformatoarele de fabricație străină.

Partea a 8-a

TRANSFORMATOARE DE CURENT

Standarde de referință

SR CEI 60185-94	Transformatoare de măsură
3.1.RE-I 53-91	Instrucțiuni tehnologice de verificare a transformatoarelor de măsură (Vol.II)

a) Monitorizarea transformatoarelor de curent, în cadrul mentenanței predictive (condiționate)

Nr. crt.	Denumirea probei	Condițiile de execuție a probei	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații
1	Incercarea uleiului din cuvă	Proba se ia numai de la bușonul de golire al cuvei, pe timp uscat, la temperaturi ambiante cuprinse intre 10º şi 30ºC, de regulă în sezonul cald (perioada martie-octombrie, cu condiția ca umiditatea relativă să fie de maximum 60 %). Proba de ulei se ia, de preferinţă, la transformatoarele de măsură în stare caldă (imediat după deconectare). Incercarea uleiului se execută numai la transformatorele de mă sură din reţelele de 110 - 400kV.	Conform cap.21 şi anexelor 21.1 şi 21.2	**Control curent** - PIF - Interventii accidentale sau recondiționări - RT[1)], RC, RK - Anual, la transformatoarele la care s-a constatat o înrăutățire a izolației principale sau în cazul unor valori la limită **Analiza redusă** Numai în cazul în care rezultatele nu sunt co-respunzătoare.	a) La transformatoarele de fabricație străină , pentru care nu există ulei de rezervă pentru completări, proba nu este obligatorie la punerea în funcțiune. b) La transformatoarele de 6-60 kV proba este facultativă. In loc de efectuarea probei, se va înlocui uleiul la 6-10 ani, conform ITI. c) La transformatoarele fabricate in România buletinele de fabrică sunt valabile la PIF dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor.
2	Măsurarea pe cale electrică a descărcărilor parțiale (DP)	Măsurarea se poate executa cu transformatorul de curent energizat din rețea sau de la o sursă separată. Pentru realizarea circuitului de măsurare si etalonarea acestuia conform CEI 60270/2000 transformatorul de curent trebuie scos de sub tensiune pentru o durată de timp de cca 1 oră. Se recomandă ca măsurătoarea să se execute când umiditatea mediului ambiant este mai mică de 80 %.	Criterii de promovare: - nivelul descărcărilor parțiale este mai mic de 100pC - nivelul de DP este stabil în timp şi nu are tendința de creştere. Diagnosticarea naturii şi locului defectului se va face de specialişti în domeniu.	- Periodic la interval de un an - La PIF - Dupa RK sau inter-venții în interiorul transformatoarelor	

b) Efectuarea probelor şi verificărilor la transformatoare de curent în cadrul unui sistem de mentenanță preventivă de tip programat (sistematic)

Tabel (continuare)

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
8.1	Încercarea uleiului din cuvă	Proba se ia numai de la buşonul de golire a cuvei, pe timp uscat, la temperaturi ale mediului ambiant cuprinse între 10°C şi 30°C, de regulă în sezonul cald (perioada aprilie-septembrie), cu condiţia ca umiditatea relativă să fie mai mică de 80%. Proba de ulei se ia, de preferinţă, la transformatoarele de măsură în stare caldă (imediat după deconectare). Încercările uleiului se execută numai la transformatoarele de măsură din reţelele de 110-400 kV.	Conform cap.21 şi anexelor 21.1 şi 21.2	**Control curent** - PIF - Intervenţii, reparaţii accidentale sau recondiţionări - RT[1]), RC, RK - Anual, la transformatoarele la care s-a constatat o înrăutăţire a izolaţiei principale sau în cazul unor valori la limită **Analiză redusă** Numai în cazul în care rezultatele controlului curent nu sunt corespunzătoare - RT, RC, RK - După intervenţii şi reparaţii accidentale la care s-a constatat o înrăutăţire a uleiului sau care prezintă valori ale parametrilor de izolaţie la limită	a) La transformatoarele de fabricaţie străină proba nu este obligatorie la punerea în funcţiune. b) La transformatoarele de 6-10 kV, proba este facultativă. În loc de efectuarea probei, se va înlocui uleiul la 6-10 ani, conform ITI. c) La transformatoarele fabricate în România, buletinele de fabrică sunt valabile la PIF, dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor.
8.3	Măsurarea tangentei unghiului de pierderi dielectrice (tg δ) al izolaţiei principale	Măsurarea se execută cu puntea Schering, la transformatoarele de 110-400 kV, de preferinţă la tensiunea nominală a transformatorului, dar nu la mai puţin de 10 kV. Măsurarea tg δ se execută, de obicei, în perioada aprilie-septembrie, la temperaturi ambiante cuprinse între 10° şi 30°C. În timpul măsurării, temperatura uleiului din transformator, determinată verificând aproximativ aceeaşi cu a mediului ambiant.	Rezultatele se compară cu valorile de referinţă Se consideră normală dublarea valorii iniţiale la 5 ani, indiferent faţă de care nu se admit scăderi sub: - 50% la transformatoarele cu $U_n \leq 110$ kV; - 70% la transformatoarele cu $U_n > 110$ kV. În lipsa unor valori de referinţă iniţiale, valoarea măsurată la transformatoarele din exploatare trebuie să fie mai mare decât: - 5000 MΩ pentru înfăşurările de înaltă tensiune (la transformatoarele de 110-400 kV) ; - 2000 MΩ pentru înfăşurarea de înaltă tensiune a transformatoarelor de 6-35 kV; - 10 MΩ pentru înfăşurarea de joasă tensiune.	- PIF - Intervenţii, reparaţii accidentale şi recondiţionări - RT, RC, RK - Anual, la transformatoarele care prezintă valori ale parametrilor de izolaţie la limită	Buletinele de fabrică sunt valabile la PIF, dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor. În exploatare, măsurările la trans-
8.2	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a înfăşurărilor	Măsurarea se execută cu megohmmetrul de 2500 V, la temperaturi ale mediului ambiant cuprinse între 10° şi 30°C, de regulă în sezonul cald (aprilie-septembrie). În timpul măsurării, temperatura uleiului din transformator, determinată verificând aproximativ aceeaşi cu a mediului ambiant.	Rezultatele măsurătorilor se compară cu cele obţinute la PIF, dacă transformatorul este sau nu sub sarcină. - 50% la transformatoarele cu $U_n \leq 110$ kV; - 70% la transformatoarele cu $U_n > 110$ kV. În lipsa unor valori de referin-	- După intervenţii şi reparaţii accidentale la care s-a constatat o înrăutăţire a uleiului sau care prezintă valori ale parametrilor de izolaţie la limită - RT[2]), RC, RK - Anual, la transformatoarele la care s-a constatat o înrăutăţire a uleiului sau care prezintă valori ale parametrilor de	metrilor de izolaţie la limită

		transformatorul verificat va fi aproximativ aceeaşi cu a mediului ambiant. Schemele de măsură utilizate sunt date de instrucţiunile de exploatare.	următoarele valori limită orientative: a) Pentru transformatoarele de curent de 110 kV:		formatoarele de 110-400 kV se vor executa numai în cazul

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			Ocazia verificării: tg δ a izolaţiei principale măsurată cu puntea de 10 kV Etanş / Respiraţie liberă PIF: 1,2% / 1,5% În exploatare: 3% / 5% Recondiţionare: 1,2% / 1,5% b) Pentru transformatoarele de curent de 220-400 kV: Ocazia verificării: tg δ a izolaţiei principale măsurată cu puntea de 10 kV PIF: 1% În exploatare: 2,5%		când există utilajul de măsură adecvat pentru executarea măsu-rării (fără erori datorate influenţelor exterioare) sau când se pot deconecta celulele sau sistemul de bare din apropiere.

8.4	Încercarea izolației înfăşurării secundare cu tensiune alternativă mărită	Încercarea se execută cu : - 2 kV-1 min, pentru înfăşurările având un curent nominal de 5 A; - 4 kV-1 min, pentru înfăşurările având un curent nominal de 1 A şi o putere nominală egală sau mai mare de 30 kVA, în cazul în care furnizorul nu indică alte	În timpul încercării nu trebuie să apară străpungeri sau conturnări.	- PIF - Intervenții, reparații accidentale şi recon-diționări - RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		tensiuni de încercare. Tensiunea se aplică succesiv între fiecare înfăşurare secundară şi celelalte legate la soclul (cuva) transformatorului.			
8.5	Încercarea izolației înfăşurării primare cu tensiune alternativă mărită aplicată	a) *Izolația principală* Tensiunea se aplică timp de 1 min între bornele înfăşurării primare legate între ele şi soclu (cuva) plus bornele înfăşurării secundare legate la pământ. Pentru transformatoarele fabricate în țară, tensiunea de încercare este: Um (kV) 7,2 12 (17,5) 24 $U_{inc.}$ (kV) 18 26,2 34,2 45	În timpul încercării nu este permis să apară străpungeri, conturnări, efluvii pe suprafața carcasei izolante sau zgomote neobişnuite în interiorul transformatorului.	- PIF (numai pentru transformatoare până la 35 kV inclusiv) - Intervenții, reparații accidentale şi recon-diționări - RK (pentru transfor-matoarele până la 35 kV inclusiv)	

		(36) (42) (72) 123 245 420 63 72 126 207 414 610 Transformatoarele din import se vor încerca cu 90% din tensiunea de încercare în fabrică. b) *Secţiunile înfăşurărilor primare comutabile* Izolaţia între înfăşurările primare comutabile se încearcă cu megohmmetrul de 2500 V.			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
8.6	Măsurarea rezistenţei ohmice a înfăşurărilor (facultativ în exploatare)	Verificarea se execută în curent continuu, cu puntea Wheatstone sau prin metoda voltmetru-ampermetru.	Rezultatul măsurărilor, raportat la aceeaşi temperatură, nu trebuie să difere mai mult de 2 % faţă de valorile de referinţă.	- PIF - Intervenţii şi reparaţii accidentale la înfăşurări - RK	
8.7	Verificarea polarităţii	Verificarea se face în curent continuu, conform metodelor indicate în instrucţiunile de exploatare.	Polaritatea trebuie să corespundă cu schema şi notaţiile bornelor.	- PIF - Intervenţii şi reparaţii accidentale la înfăşurări	
8.8	Verificarea raportului de transformare	Măsurarea se execută, de preferinţă, la curentul nominal, utilizând aparate de	Rezultatele se compară cu datele din buletinul de fabrică sau cu datele înscrise	- PIF - Reparaţii accidentale	

		măsură şi transformatoare etalon de cl. 0,2 sau 0,5. În cazul în care transformatorul are mai multe secțiuni primare, verificarea se execută pentru conexiunea necesară funcționării transformatorului, specificându-se raportul de transformare pe care a rămas conectat transformatorul.	pe eticheta transformatorului.	- La schimbarea raportului de transformare al transformatorului - RK	
8.9	Determinarea erorilor de raport şi unghi	Verificarea se face cu instalații special destinate acestui scop, conform normativelor metrologice.	Rezultatele trebuie să se încadreze în limitele de erori prevăzute de STAS 11612/2 în vigoare.	- Reparații acciden-tale - Conform normativelor metrologice	
8.10	Ridicarea curbei volt-amperi (facultativ, în exploatare	Curba se ridică pentru fiecare din înfăşurările secundare ale transformatorului în parte. În timpul verificării, atât înfăşurările primare, cât şi celelalte înfăşurări secun-	Curbele se compară cu celelalte inițiale sau cu cele ridicate de transformatoare de acelaşi tip.	- PIF - Intervenții, reparații accidentale la înfăşurări	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		dare sunt deschise.		- RK	
8.11	Măsurarea sarcinii secundare	Proba se execută după montajul definitiv al circuitului de curent, cu toate aparatele	Sarcina măsurată nu trebuie să de-păşească sarcina nominală a secun-darului, respectiv	- PIF - Modificări în circui-	

		şi releele incluse.	pentru clasa de precizie dată.	tele de curent (introduceri sau modificări de aparate) - RK	

[1)]Proba se execută la minimum doi ani pentru transformatoarele fabricate în România şi la minimum şase ani pentru transformatoarele de fabricaţie străină.

Partea a 9-a

ECHIPAMENTE PENTRU TRATAREA NEUTRULUI REȚELELOR DE MEDIE TENSIUNE

A. TRANSFORMATOARE DE CREARE A NEUTRULUI (TSP).
BOBINĂ SPECIALĂ DE PUNCT NEUTRU (BPN)

B. BOBINĂ DE STINGERE

C. REZISTENȚĂ DE LIMITARE (R_N)

D. TRANSFORMATOR SPECIAL DE MĂSURĂ (TSMP)

Standarde şi norme de referință

STAS 12604/5-90	Protecția împotriva electrocutărilor. Instalații electrice fixe. Prescripții de proiectare, execuție şi verificare
STAS 11612/81	Transformatoare de măsură
STR.NO.MIET.395/87	Rezistențe pentru tratarea neutrului-RN-3,5/1000 5NP pentru CNE
1-E-Ip 35-1,2-92	Îndrumar de proiectare pentru rețele de medie tensiune cu neutrul tratat prin rezistență

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
A. TRANSFORMATOR DE CREARE A PUNCTULUI NEUTRU (TSP). BOBINĂ SPECIALĂ DE PUNCT NEUTRU (BPN)					
9.1	a) Verificarea etanşeităţii cuvelor şi a stării garniturilor	Vizual	Să nu piardă ulei şi garniturile să fie integre.	PIF,RT,RC,RK	Vezi şi cap.5 (transformatoare de putere)
	b) Verificarea funcţionării releelor de gaze aferente BPN sau TSP	Verificarea funcţionării releului şi a semnalizărilor aferente	Să semnalizeze în toate cazurile impuse şi să declanşeze când este cazul.	PIF, RK	
	c) Verificarea uleiului electroizolant	Conform cap.21	Rigiditate dielectrică etc.	PIF, RK	Vezi cap.21 (ulei electroizolant)
	d) Verificarea izolaţiei între spire	Alimentare 1,3 U_N, 50 Hz, 1 min	Să nu se producă străpungeri.	PIF	
9.2	a) Măsurarea rezistenţei de izolaţie şi a coeficientului de absorbţie R_{60}/R_{15} la medie tensiune	Megohmmetru de 2500 V La $\theta = 20 \pm 10^oC$ Aparate clasa 2,5 sau mai bune	$R_{60} \geq 0,6\ R_F$ (din buletinul de fabrică) $K_{ab}^{(noi)} \geq 1,3\ K_{ab}^{(expl.)} \geq 1,2$	PIF, RT, RK	
	b) Măsurarea rezistenţei de izolaţie a înfăşurărilor de j.t. şi a circuitelor secundare	Megohmmetru de 1000 V $\theta = 20 \pm 10^oC$ Aparate de clasa 2,5	$R'_{iz} \geq 0,6\ R_F$ (din buletinul de fabrică)	PIF, RT	
	c) Măsurarea impedanţei homopolare	Metoda V=A la j.t. Alimentarea U_{FN} între bornele RST legate împreună şi nulul BPN sau TSP $Z_o = 3U_{FN}/I_T$, unde : I_T este curentul dat de sursă.	Se compară cu datele de catalog, Abateri sub 10% Impedanţa totală BPN (TSP) înseriată cu Z_N (impedanţa de tratare) să fie sub 1,1 Z_N	PIF, RK	Suplimentar faţă de cap.5 trafo putere

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	d) Verificarea încălzirii	d1) 1,1 U_N, t=1 h d2) 6% din curentul nominal al rezistenței R_N, t=10 min d3) curentul nominal al bobinei la tratarea cu BS, t=2h	Temperatura uleiului : sub 50$_o$C Temperatura uleiului : sub 85$_o$C	PIF, RK PIF, RK	
			B. BOBINĂ DE STINGERE (BS)		
9.3	Măsurarea reactanței pe toate ploturile de funcționare	Se ridică tensiunea de deplasare a neutrului în funcție de reactanța bobinei X_B. Metoda V-A, folosind transformatorul de tensiune şi transformatorul de curent ale BS şi alimentând la tensiunea nominală bobina	Se verifică curentul capacitiv al rețelei şi se acordează bobina pentru $I_C = I_B$. Se compară indicațiile de pe placa bobinei ce indică valorile I_B cu valorile măsurate. Abaterile vor fi sub 10%.	- PIF - Modificări în confi-gurația rețelei - PIF - RK	Se acordează X_B cu X_C, unde: X_C este capacitatea homopolară a rețelei.
9.4	Măsurarea rezisten-ței de izolație față de pământ a înfăşurării, precum şi a coefici-entului de absorbție (R_{60}/R_{15})	Se execută cu megohmmetrul de 2500 V la temperatura de 20$\pm$ 10$_o$C.	Se folosesc aparate de clasă 1,5 (sau mai bună). Se compară cu valorile din buleti-nul de fabrică. Pentru bobine noi : $K_{ab} \geq 1,3$	- PIF - RT - RK	

			Pentru cele din exploatare: $K_{ab} \geq 1,2$ şi $R_{60} \geq 0,6\ R_F$ (va fi peste 60% faţă de cea din fabrică)		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
9.5	Încercarea uleiului	Ca şi la pct.5.1 pentru trafo cu $U_N \leq 35$ kV	Conform cap.21	- Conform cap.21	
9.6	Verificarea trafo de măsură de curent şi tensiune din bobină	a) Verificarea polarităţii b) Rezistenţa de izolaţie c) Raportul de transformare d) Încercarea cu $U_{mărit}$ a înfăşurărilor e) Rezistenţa de izolaţie a circuitelor secundare	Conform cap. Trafo măsură	PIF,RT,RC,RK	
C. REZISTENŢA DE LIMITARE (R_N)					
9.7	Măsurarea rezistenţei de izolaţie faţă de masă	Se execută cu megohmmetrul de 2500 V la temperatura de 20± 10$_o$C. Rezistenţa se deconectează de la priza de pământ a staţiei.	Rezultatele măsurătorilor se compară cu valorile de referinţă (catalog). R_{60} la cald≥ 500 MΩ	PIF, RT, RC, RK	Se admite la PIF scăderea R_{60} cu 30%, iar în exploatare, scăderea R_{60} cu 50% faţă de valorile de catalog.
9.8	Măsurarea rezistenţei ohmice	Se execută prin metoda voltampermetrului sau a punţii.	Rezultatele măsurătorilor se compară cu valorile de referinţă. Valorile măsurate nu trebuie să difere faţă de	PIF, RC, RK	

			datele de fabrică cu mai mult de 5%.		
9.9	Verificarea continuităţii legăturilor între pachetele de rezistenţe până la priza de pământ	Se execută o dată cu proba 9.8 cu un curent minim de 10 A.	Se compară cu valorile anterioare sau cu datele de catalog.	PIF, RT, RC, RK	
9.10	Verificarea trafo de curent aferent rezistenţei	a) Verificarea polarităţii b) Rezistenţa de izolaţie c) Raportul de transformare d) Încercarea cu $U_{mărit}$ a înfăşurărilor	Conform cap.8	PIF, RT, RC, RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
9.11	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a circuitelor de j.t. din cutia rezistorului	Megohmmetrul de 1000 V la temperatura mediului ambiant	Rezistenţa de izolaţie în stare uscată R_{iz} >2 MΩ	PIF, RT, RC, RK	
9.12	Verificarea funcţionalităţii termostatării şi a iluminatului interior	Prin punerea în funcţiune şi reglarea temperaturii de acţionare	Să se producă luminarea corectă a incintei şi să acţioneze comanda încălzirii.	PIF, RT	
			D. TRANSFORMATOR SPECIAL DE MĂSURĂ (TSMP)		
9.13	Verificarea încălzirii:	Metoda alimentării directe la tensiune	Temperatura miezului şi a răşinii		Probe suplimentare

		pentru a obține:	exterioare nu va depăşi 60oC.		față de cele din cap.7
	a) La supratensiune de durată	a)1,10 $U_N/\sqrt{3}$ fără defect t=30 min		PIF, RK	cu caracter preliminar, până la definitivarea soluției
	b) La sarcina secundară maximă	b) Corespunzător curentului secundar 1,1 I_N, t=5 s	Temperatura miezului şi a răşinii exterioare nu va depăşi 85oC.	PIF, RK	
	c) La supratensiune între spire în primar	c) 1,3 $U_N/\sqrt{3}$ fără defect, t=1 min	Idem 90oC.	PIF	

Partea a 10-a

APARATE DE COMUTATIE DE INALTA TENSIUNE

ÎNTRERUPTOARE CU ULEI, AER COMPRIMAT ŞI SF 6

A. CELULE CAPSULATE ÎN SF 6

B. SEPARATOARE ŞI SEPARATOARE DE SARCINĂ

C. CONTACTOARE DE 6 kV CU STINGEREA ARCULUI ÎN AER

Standarde de referință

CEI-56/87 părțile I şi II	Întreruptoare pentru tensiuni alternative peste 1 kV. Condiții tehnice de calitate şi metode de verificare
STAS 3686/1-74	Întreruptoare pentru tensiuni alternative peste 1 kV. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 3686/2-74	Idem. Metode de încercare la funcționarea în gol
STAS 3686/3-74	Idem. Metode de încercare a izolației
STAS 3686/4-74	Idem. Metode de încercare la încălzire în regim normal de funcționare în sarcină
STAS 4195/70	Dispozitive pentru acționarea întreruptoarelor peste 1 kV. Condiții generale
STAS 1564/1,2-85	Separatoare de curent alternativ pentru tensiuni peste 1 kV
STAS 8087/86	Separatoare de sarcină
S.P.28/1-91 (I.C.P.E.)	Contactoare de medie tensiune cu stingerea arcului electric la presiunea atmosferică
NI-6321/77 (I.C.P.E.)	Contactoare de medie tensiune cu stingerea arcului electric la presiunea atmosferică

Generalităţi

a) Monitorizarea aparatajului de comutaţie în cadrul mentenanţei predictive (condiţionate).

In cazul monitorizării şi diagnosticării stării tehnice a echipamentelor de comutaţie, trebuie urmărite cu precădere următoarele obiective:

- monitorizarea caracteristicilor funcţionale de bază ale echipamentului de comutaţie (întreruptorului);
- detectarea promptă a schimbărilor caracteristicilor funcţionale în vederea prevenirii defectării întreruptorului;
- localizarea defectelor în cazul instalaţiilor capsulate;
- prevenirea unei mentenanţe inutile, în vederea înlăturării cauzelor de defect, provocate de o intervenţie defectuoasă;
- reducerea costului duratei de viaţă;
- mărirea duratei de viaţă a întrerupătoarelor;
- realizarea unei baze de date statistice, referitoare la defectele şi anomaliile întrerupătoarelor.

Statistica defectelor subliniază faptul că, peste trei sferturi din defectele majore (defecte care conduc la dispariţia unei funcţii principale a echipamentului) sunt datorate mecanismului de acţionare şi circuitelor electrice de control şi auxiliare.

În vederea realizării unei sistematizări, în Tab. 10.1 şi Tab. 10.2 este prezentată o vedere generală asupra principalilor parametrii şi caracteristici folosite în monitorizarea şi diagnosticarea stării tehnice a echipamentelor de comutaţie cu SF_6 respectiv, cu ulei.

Tab. 10.1 *Parametrii caracteristici pentru monitorizarea şi diagnosticarea întreruptoarelor cu SF_6*

		Parametru / caracteristică	Monitorizare	Diagnosticare
Funcția sau subansamblul constructiv	Stabileşte, menține şi întrerupe curenți	➢ rezistența de contact	-	M
		➢ temperatura de contact	S	-
		➢ poziția contactelor principale	E	-
		➢ sarcina în curent	M	-
		➢ numărul de comutații	M	M
		➢ nesimultaneitatea	M	M
		➢ timpul de arc	M	-
		➢ viteza contactelor	M	M
		➢ electroeroziunea contactelor (I^2t)	M	-
	Izolația	➢ densitatea SF_6	E	-
		➢ umezeală în SF_6	-	M
		➢ conținutul în O_2	-	S
		➢ nivelul acidității	-	S
		➢ contaminarea SF_6	-	S
		➢ descărcări parțiale	-	M
		➢ poziția contactelor principale	E	M
	Mecanismul de acționare	➢ numărul de acționări	M	M
		➢ energia acumulată (presiune)	E	-
		➢ cursa şi viteza la acționare	M	M
		➢ amprenta vibratorie	M	M
		➢ numărul de porniri ale pompei, curentul motorului, timp reîncărcare pompă, timp total funcționare pompă	M	M
	Circuitele de control şi auxiliare	➢ tensiunea de alimentare	E	E
		➢ continuitate circuite	M	**E**
		➢ curentul în bobine	M	E
		➢ circuite de încălzire	M	E
		➢ rezistența de izolație	M	M
		➢ starea contactelor auxiliare	M	E

Notă: Importanța parametrilor: E-esențială; M-mare; S-scăzută.

Tab. 10.2 *Parametrii caracteristici pentru monitorizarea şi diagnosticarea întreruptoarelor cu ulei*

		Parametru / caracteristică	Monitorizare	Diagnosticare
Funcția sau subansamblul constructiv	Stabileşte, menține şi întrerupe curenți	➢ rezistența de contact	-	M
		➢ poziția închis a contactelor	E	-
		➢ sarcina în curent	M	-
		➢ numărul de comutații	M	M
		➢ nesimultaneitatea	M	M
		➢ timpul de arc	S	M
		➢ viteza contactelor	M	-
		➢ electroeroziunea contactelor (I^2t)	M	-
	Izolația	➢ rezistența de izolație	-	E
		➢ umezeală în ulei	M	E
		➢ nivelul uleiului	S	E
		➢ rigiditatea dielectrică a uleiului	-	E
	Mecanismul de acționare	➢ numărul de acționări	-	M
		➢ energia acumulată (presiune)	E	-
		➢ cursa şi viteza la acționare	-	M
		➢ numărul de porniri ale pompei, curentul motorului, timp reîncărcare pompă, timp total funcționare pompă	M	M
	Circuitele de control şi auxiliare	➢ tensiunea de alimentare	E	E
		➢ continuitate circuite	M	**E**
		➢ curentul în bobine	M	E
		➢ rezistența de izolație	M	M
		➢ starea contactelor auxiliare	M	E

Notă: Importanța parametrilor: E-esențială; M-mare; S-scăzută.

O sinteză a tehnicilor (metodelor) şi dispozitivelor (traductoare, senzori) utilizate în supravegherea şi diagnosticarea tehnică a echipamentelor electrice de comutaţie cu SF_6 şi ulei este prezentată în Tab. 10.3 - Tab. 10.6, defalcată pe funcţii sau subansambluri constructive.

Tab. 10.3 *Tehnici şi dispozitive utilizate în monitorizarea şi diagnosticarea izolaţiei întreruptoarelor*

Parametru / Caracteristică	Tehnici şi dispozitive	Tip echipament de comutaţie
Densitatea SF_6	Măsurarea presiunii şi temperaturii Senzor de densitate în stare solidă Presostat compensat cu temperatura	SF_6
Descărcări parţiale	Vibraţiile ultrasonice şi acustice. Senzori ultrasonici, tehnica emisiei acustice	SF_6, ulei
Nivelul uleiului	Indicator de nivel electronic, optic sau mecanic	ulei
Umezeală în SF_6	Punctul de rouă, senzor în stare solidă	SF_6
Puritatea SF_6	Cromatografia gazului, spectroscopie în infraroşu	SF_6
Calitatea uleiului	Determinarea conţinutul de umezeală, a aciditãţii, analiza gazelor dizolvate, măsurarea factorului de putere	ulei
Poziţia contactelor principale	Traductor de poziţie	SF_6, ulei
Temperatura gazului	Măsurarea temperaturii gazului pentru a verifica dacă SF_6 rămâne deasupra punctului de lichefiere	SF_6

Tab. 10.4 *Tehnici şi dispozitive utilizate în monitorizarea şi diagnosticarea funcţiei de comutaţie a întreruptoarelor*

Parametru / Caracteristică	Tehnici şi dispozitive	Tip echipament de comutaţie
Rezistenţa de contact	Măsurarea rezistenţei prim metoda volt-ampermetru	SF_6, ulei
Temperatura de contact	Tehnici în infraroşu. Măsurarea temperaturii într-un punct cu: termocuplu, senzor optic, senzor în infraroşu.	SF_6, ulei
Sarcina în curent	Măsurarea curentului cu: transformatoare de curent cu miez feromagnetic, cu miez aer (bobine Rogowski), senzor optic de curent.	SF_6, ulei
Poziţia contactelor principale	Traductor de poziţie (contact auxiliar, senzor electronic de proximitate, senzor optic)	SF_6, ulei
Caracteristici cinematice (cursă, viteză, acceleraţie)	Senzor de poziţie dinamic cu ieşire analogică: potenţiometru, senzor magneto-rezistiv etc. Senzor de poziţie dinamic cu ieşire numerică: tehnica în cod bară.	SF_6, ulei
Timpul de acţionare, nesimultaneitate	Înregistrarea timpului de închidere/deschidere din circuitul primar	SF_6, ulei
Timpul de arc	Înregistrări combinate ale curentului de sarcină şi a cursei contactului mobil	SF_6, ulei
Electroeroziunea	Calcularea lui (I^2t_{arc}) prin: măsurarea timpului şi a curentului; estimări statistice.	SF_6, ulei

Tab. 10.5 *Tehnici şi dispozitive utilizate în monitorizarea şi diagnosticarea mecanismului de acţionare oleopneumatic al întreruptoarelor*

Parametru / Caracteristică	Tehnici şi dispozitive	Tip echipament de comutaţie
Numărul de acționări	Numărător	SF_6, ulei
Timpul de acționare	Înregistrarea timpului de închidere/deschidere din circuitul primar	SF_6, ulei
Energia acumulată	Presiunea uleiului, presiunea azotului, poziția microîntrerupătoarelor	SF_6, ulei
Caracteristici cinematice (cursă, viteză, accelerație)	Senzor de poziție dinamic cu ieşire analogică: potențiometru, senzor magneto-rezistiv etc. Senzor de poziție dinamic cu ieşire numerică: tehnica în cod bară.	SF_6, ulei
Starea motorului	Curentul motorului, tensiunea şi temperatura, numărul de porniri ale pompei, timp reîncărcare pompă, timp total funcționare pompă	SF_6, ulei
Amprenta vibratorie	Accelerometre	SF_6, ulei

Tab. 10.6 *Tehnici şi dispozitive utilizate în monitorizarea şi diagnosticarea circuitelor de control şi auxiliare ale întreruptoarelor*

Parametru / Caracteristică	Tehnici şi dispozitive	Tip echipament de comutaţie
Tensiunea de alimentare	Senzor de tensiune	SF_6, ulei
Curentul în bobine	Înregistrarea curentului de comandă folosind: şunt, transformator de curent,	SF_6, ulei
Continuitate circuite	Verificarea continuității prin trecerea unui curent mic sau în impulsuri	SF_6, ulei
Starea contactelor auxiliare	Verificarea integrității prin: secvența de operare, poziție, etc.	SF_6, ulei

b) Probe şi verificări efectuate în cadrul sistemului de mentenanță predictivă de tip sistematic (programat)

Nr. crt.	Denumirea verificării	Condițiile de execuție a verificării	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării verificării	Observații
0	1	2	3	4	5
A. INTRERUPTOARE CU ULEI, AER COMPRIMAT SI SF 6					
10.1	Măsurarea rezistenței electrice de izolație a pieselor sau subansamblelor mobile şi fixe, confecționate din materiale izolante organice sau combinate, făcând parte din circuitul primar (principal) de înaltă tensiune	Măsurarea se execută cu megohmetrul la 2500 V (cel puțin).	Valori minime (MΩ) orientative pentru echipamentul nou (I) şi echipamentul din exploatare (II): Clasa de izolație: I II 3,6 - 12 kV 1000 300 17 - 42 kV 3000 1000 67 - 123 kV 5000 3000 245- 420 kV 10000 5000	- PIF - RT - RC	Buletinele de fabrică referitoare la parametrii izolației sunt valabile la PIF, dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor şi nu au fost condiții pentru efectuarea probelor la PIF.
10.2	Măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor secundare şi/sau auxiliare de joasă tensiune	Măsurarea se execută cu megohmetrul de 1000 V.	Valori minime ale rezistenței de izolație: - 5 MΩ la punerea în funcțiune; - 1 MΩ în exploatare.	- PIF - RT - RC - După IA	
10.3	Măsurarea curentului de fugă pe coloanele izolante ale întreruptoarelor cu tensiuni nominale între 72,5÷ 420kV	Măsurarea se face după curățirea coloanelor, cu laboratorul LM3 x), la o tensiune redresată de 50 kV, folosind schema de încercare a izolației cablurilor.	Curenții maxim admişi în starea "întreruptor deconectat": 120μ A - 72,5 kV; 100 μ A - 123 kV;	- PIF - RC - O dată la trei RT	

			60 μ A - 245 kV; 40 μ A - 420 kV;		

x) LM3 - Laboratorul mobil pentru încercări cu tensiune mărită

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.4	Incercarea izolației căilor de curent primare la tensiune de frecvență industrială în pozițiile închis şi deschis ale întreruptoarelor	Incercarea se execută conform prevederilor STAS 3686/3 şi STAS 6669 la frecvența industrială de 50Hz, la tensiunile de mai jos: U_N kV: 3,6 | 7,2 | 12 | (17,5) | 24 | (30) | (36) | (42) $U_{înc}$ kV: 10 | 20 | 28 | 38 | 50 | 58 | 70 | 76	Izolația trebuie să suporte încercarea fără conturnări şi/sau străpungeri ale izolației.	-PIF, -RC, dar nu mai rar de 6 ani în stații şi o dată la 3 ani în centrale	Incercarea este obligatorie pentru întreruptoare până la 42 kV inclusiv.
10.5	Incercarea izolației căilor de curent secundare şi/sau auxiliare cu tensiune alternativă sau continuă	Proba se execută conform celor specificate la cap.18, pct.18.6.	Izolația trebuie să suporte încercarea, fără conturnări sau străpungeri ale izolației.	-PIF -RC, dar nu mai rar de 6 ani în stații şi o dată la 3 ani în centrale	
10.6	Incercarea mediului izolant din camera de stingere, coloane izolante şi cuve	1. Verificarea uleiului se execută conform cerințelor specificate la cap.21. 2. Verificarea gazului SF_6: 2.1.Verificarea purității se face prin una din metodele:	1. Ulei Conform cap.21 (pct.21.1, 21.2, 21.12, 21.13, 21.14, 21.15, şi anexei 21.2) Se vor înlocui uleiurile ale căror	- PIF - RC - RT - Reparații accidentale	Fac excepție coloanele izolante, la care se va încerca uleiul numai în cazurile în care apar

0	1	2	3	4	5
		- analiză cromatografică, - analiză chimică, - spectroscopie în infraroşu 2.2. Verificarea punctului de rouă se face cu aparatul tip HIGROLOG WM 70 sau cu altul similar	caracteristici nu se încadrează în limitele prescrise la cap.21. 2. $\underline{SF_6}$ 2.1. Verificarea purităţii prin prelevare de probe şi analize chimice de laborator. Puritatea gazului trebuie să se încadreze în limitele specificate de CEI 418	- PIF - După IA planificate şi/sau accidentale ale întreruptorului	scurgeri pe la garnituri sau vizori

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		3. Verificarea uleiului şi gazului SF_6 se face prin determinarea caracteristicii dielectrice de gol la deschiderea întreruptorului	2.2. Verificarea punctului de rouă se execută după umplerea cu gaz a întreruptorului. Valoarea umidităţii nu trebuie să depăşească 15 ppm la PIF şi max. 150ppm în exploatare. 3. Nu trebuie să apară discontinuităţi în tensiunile de străpungere.	- PIF - După IA planificate şi/sau accidentale ale întreruptorului	
10.7	Verificarea cantităţii mediului izolant din camerele de stingere, coloanele izolante şi cuve	$\underline{\text{Ulei}}$ Verificarea vizuală a nivelului uleiului $\underline{SF_6}$ Verificarea presiunii cu traductor de presiune compensat cu temperatura	Nivelul uleiului trebuie să fie în limitele marcate pe vizori Presiunea nu trebuie să scadă sub limita prevăzută in cartea tehnică de produs	- PIF - RT -RC -PIF -RC	

0	1	2	3	4	5
10.8	Măsurarea rezis-tenței ohmice a căii primare de curent	1. Măsurarea în regim static: Măsurarea se face în 4 poziții ale contactului mobil în funcție de cel fix, cu întreruptorul în poziția închis prin injectare unui curent de 100Ac.c. între bornele de racord. Se măsoară căderea de tensiune şi curentul injectat. Valoarea indicată a rezistenței de contact., va fi rezultatul mediei a 3 citiri succesive. 2. Măsurarea în regim dinamic* Pentru efectuarea măsurătorilor se utilizează o instalație de diagnosticare OFF-LINE de tipul ICMET, Programma, Rochester etc.	1.Pentru măsurătorile în regim static şi dinamic rezistența electrică a căii primare de curent nu trebuie să depăşească cu mai mult de 10% valoarea de referință indicată de furnizorul de echipament. Valoarea de referință este de ordinul $10^{-4}\Omega$. 2.Pentru măsurătorile în regim dinamic nu trebuie să apară discontinuități în caracteristica rezistenței electrice a căii primare	- PIF - RC - RT - După IA	In cazul celulelor cu echipamente debro-şabile, rezistența de contact se va măsura şi pe fiecare broşă în parte, cu scoaterea de sub tensiune a cuți-telor fixe ale broşelor şi nu trebuie să depăşească valoarea de $10^{-4}\Omega$.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Se execută manevre simple, I,D sau ciclu de manevre ID, DI, DID. De la o sursă externă de tensiune de 12Vc.c. se injectează între bornele de racord ale întreruptorului un curent de 100-700Ac.c. înregistrându-se simultan curentul injectat şi căderea de tensiune. Din cele două caracteristici, înregistrate în regim dinamic, se determină caracteristica rezistenței electrice. Rezistența electrică de căii primare de curent se determină pentru o zonă stabilizată a	de curent pentru starea "închis" a echipamentului.		

0	1	2	3	4	5
		caracteristicii. Valoarea indicată a rezistenței va fi media a 3 înregistrări succesive. 3. Măsurători în regim ON-LINE a încălzirii contactelor cu instalația în infraroşu**	3.Măsurarea se face în limitele încălzirii standardizate: - contacte neacoperite: $\tau \leq 35$℃ în aer $\tau \leq 65$℃ în SF_6 $\tau \leq 40$℃ în ulei - contacte acoperite: $\tau \leq 65$℃ în aer $\tau \leq 65$℃ în SF_6 $\tau \leq 50$℃ în ulei		
10.9	Măsurarea rezistenței ohmice a bobinelor, a supapelor electromagnetice sau a electrovalvelor de deschidere sau de închidere	Măsurarea se execută prin metoda punții sau a voltmetrului şi ampermetrului. Valoarea indicată este rezultatul mediei a 3 determinări	Valoarea măsurată nu trebuie să depăşească pe cea de referință cu mai mult de 10%.	- PIF - După IA la bobine	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.10	Măsurarea timpilor de acționare şi a ne-	<u>Metoda 1</u> Măsurarea se execută cu secundometrul	Valorile măsurate nu trebuie să depăşească pe cea de referință cu	- PIF - RC	Măsurătorile se efectuează la

0	1	2	3	4	5
	simultaneității atingerii şi separării contactelor	electronic sau cu oscilograful. Valoarea indicată va fi rezultatul mediei a 3 determinări. Metoda 2* Pentru efectuarea determinărilor se utilizează o instalație de diagnosticare OFF-LINE de tipul ICMET, Programa, Rochester etc. Se execută manevre simple I, D sau cicluri de manevre ID, DI, DID. De la o sursă externă se aplică o tensiune de 6-12Vc.c. între bornele de racordare ale echipamentului înregistrându-se simultan căderile de tensiune pe bornele de racordare ale fazelor respectiv camerelor. Valorile indicate vor fi rezultatul mediei a 3 citiri succesive.	mai mult de 10%. Valoarea maximă a nesimultaneității între faze nu va depăşi: - 5 ms la D şi I, la întreruptoarele de generatoare şi transformatoare - 10 ms la I respectiv 5 ms la D, la întreruptoarele de linii. Nesimultaneitățile între camerele aceleiaşi faze trebuie să se încadreze între limitele: 2 ms la D şi 5 ms la I.	- RT - După IA	tensiunea şi/sau presiunea nominală.
10.11	Verificarea transformatoarelor de curent înglobate	Probele se execută conform celor specificate la cap.8	Vezi cap.8.	Conform cap.8	
10.12	Verificări funcționale ale întreruptoarelor la anclanşări şi declanşări	Se execută: - 5 acționări I şi D la tensiunea şi/sau presiunea nominală; - 5 acționări I şi D la tensiunea şi/sau presiunea minimă; - 5 acționări I şi D la tensiunea şi/sau presiunea maximă.	Se urmăreşte funcționarea sigură, fără incidente, fără vreun reglaj efectuat în timpul probelor.	- PIF - RC - După IA	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.13	Măsurarea cursei şi vitezei de deplasare a contactelor mobile, a cursei totale şi a cursei în contact	Metoda 1 Măsurarea se execută cu dispozitivul tambur. Metoda 2 * Pentru efectuarea determinărilor se utilizează o instalație de diagnosticare OFF-LINE de tipul ICMET, Programa, Rochester etc. Se execută manevre simple I, D sau cicluri de manevre ID, DI, DID. Se înregistrează cursa contactului mobil al întreruptorului. La întreruptoarele unde nu se poate determina direct cursa liniară se determină ca parametru intermediar cursa de rotație, iar apoi, utilizând o tabelă de interpolări se determină cursa liniară. Tabela de interpolări poate fi furnizată de producătorul de echipament sau poate fi determinată experimental pe echipamentul de verificat sau pe unul de acelaşi tip. Prin derivare numerică se determină viteza respectiv accelerația contactului mobil. In general cursa contactului mobil se determină în timpul încercărilor de verificare a rezistenței electrice a căii primare de curent. Pentru cazul când determinarea cursei se face separat, de la o sursă externă se aplică o tensiune de 6-12Vc.c. între bornele de racordare ale echipamentului înregistrându-se simultan şi această tensiune. Cursa în contact rezultă prin corelarea caracteristicii cursei contactului mobil cu caracteristica căderii de tensiune pe bornele de racordare. Se determină cursa, respectiv viteza de deplasare a contactului mobil în	Valoarea măsurată trebuie să se încadreze în limitele prevăzute de furnizorul de echipament.	- PIF - RC - După IA	

0	1	2	3	4	5
		momentul separării respectiv atingerii contactelor. Valoarea indicată va fi rezultatul mediei a 3 înregistrări succesive.			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.14	Măsurarea rezistențelor ohmice a rezistențelor şi a capacității condensatoarelor de şuntare a camerelor de stingere a întreruptoarelor	Măsurarea se execută prin metoda punții, cu întreruptorul (contactele principale) deschis sau cu rezistoarele şi condensatoarele demontate, din cel puțin 3 citiri.	Valoarea măsurată nu trebuie să depăşească pe cea de referință cu mai mult de 5 %.	- PIF - RC - Reparații accidentale	- La rezistențele camerelor de stingere se determină numai continuitatea. - La condensatoare se măsoară capacitatea cu puntea de curent alternativ (Schering).
10.15	Verificarea etanşeității (la întreruptoarele cu SF_6)	Se foloseşte un detector de gaze halogene, având sensibilitatea minimă corespunzătoare cerințelor prescrise în cartea tehnică a întreruptorului respectiv.	Se face la întreruptorul montat complet şi umplut cu gaz SF6 la presiunea nominală corespunzătoare la 20$_o$C, conform cărții tehnice. Verificarea este corespunzătoare dacă detectorul nu sesizează (la sensibilitatea prescrisă) nici o pierdere de gaz SF6.	- PIF - RT - RC - După IA	
10.16	Verificarea semnalizării scăderii de	Se foloseşte stația de vidare şi umplere cu gaz SF_6 şi mijloace specifice verificărilor PRAM.	Aceste verificări se execută conform cărții tehnice de produs,	- PIF - La reparații	

0	1	2	3	4	5
	presiune sub nivelul minim admis a gazului SF_6 şi a funcţionării conectorului de presiune în asemenea situaţii (interblocări, comenzi, semnalizări)		schemei de protecţie, comenzilor, semnalizărilor şi instrucţiunilor tehnice interne aferente întreruptorului verificat la locul său din exploatare.	accidentale sau planificate asupra componentelor întreruptorului care sunt izolate în SF_6	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.17	Măsurarea forţei de extracţie a cuţitelor din broşe, la echipamentele debroşabile	Proba se execută cu ajutorul unui contact fix, utilizat ca şablon martor şi folosind un dinamometru (0 la 50 daN).	Forţa de extracţie va fi cea indicată de furnizor. Pentru celulele de MT fabricate de I.C.P.Băileşti, forţa de extracţie în funcţie de valoarea curentului nominal al celulei (broşei) va fi de: - 3,5 daN pentru broşa de 630 A ; - 6,0 daN pentru broşa de 1250 A; - 12,0 daN pentru broşa de 2500 A; - 18,0 daN pentru broşa de 3150 A; - 45,0 daN pentru broşa de 4000 A;	- PIF - RC - RK - RT	Verificarea se face numai dacă proba de la pct.10.6 nu este corespunzătoare.
B. CELULE CU IZOLATIA IN SF6					
10.18	Examinarea produsului	Se folosesc mijloace specifice verificării celulelor capsulate cu izolaţie în SF6	Se examinează componenta produsului, dimensiuni de gabarit, marcaje, puneri la pământ, schemele de conexiuni, condiţiile în care au fost transportate şi depozitate	- PIF - După reparaţii accidentale	

0	1	2	3	4	5
			produsele. Verificările se fac după NTR a produsului şi PE a staţiei unde se montează celulele capsulate.		
10.19	Verificarea etanşeităţii	Se foloseşte detector tip HL-4 (sau aparat echivalent). Sensibilitate: 5.10^{-6} torr 1/s	Verificarea se execută asupra celulelor complet montate (după execuţia probei de încercare a izolaţiei) după ce au fost cuplate transformatoarele de tensiune umplute cu gaz SF6 la presiune nominală la 20^{o}C. Verificarea este corespunzătoare dacă detectorul nu sesizează (la sensibilitatea prescrisă) nici o pierdere de gaz SF6 şi nivelul de max.3% pierderi anuale. Se verifică etanşeitatea.	- PIF - RT - ICp - După reparaţii accidentale - Periodic, o dată la şase luni	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.20	Verificarea funcţionării (local şi de la distanţă): a) întreruptor separator de bare şi linie, separatoare lente de legare la pământ b) Separator rapid	Se folosesc surse reglabile de curent continuu şi curent alternativ. Se folosesc surse reglabile de curent continuu şi curent alternativ.	Proba constă în: a) efectuarea unor cicluri ID de la punctul de comandă al fiecărei celule, din care 10 cicluri la presiuni şi tensiuni minime (0,85) U_n şi 10 cicluri la presiuni şi tensiuni maxime (1,1) U_n b) 5 cicluri ID la presiuni şi tensiuni maxime şi 5 cicluri la presiuni şi tensiuni minime.	- PIF - RT - După reparaţii accidentale şi plani-ficate	

0	1	2	3	4	5
	de legare la pământ		Pentru fiecare panou de comandă se vor verifica blocajele electrice dintre întreruptor, separator de bare (linie) şi separator de punere la pământ.		
	c) Verificarea interblocajelor din panoul de comandă	Se verifică prin transmiterea unor comenzi	Să răspundă la comenzi pentru fiecare schemă electrică	Idem	
	d) Verificarea semnalizării scăderilor de presiune în panoul de control şi supraveghere gaz SF6	Se foloseşte staţia de manevrare gaz SF6 tip DILO sau staţie echivalentă.	In fiecare compartiment, cu excepţia compartimentului întreruptorului, al fiecărei celule, se va scădea presiunea gazului SF6 până la valoarea presiunii minime (1,7 bar), cu ajutorul staţiei de manevrare se va creşte până la valoarea presiunii nominale, urmărindu-se funcţionarea corectă a semnalelor optice de avertizare, corespunză-toare compartimentului încercat.	Idem	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			Pentru întreruptoare se vor verifică cele două trepte: a) treapta I la p = 5,2 bar la 20$_o$C - semnalizare în camera de comandă		

0	1	2	3	4	5
			pierderi gaz SF6; b) treapta II la p = 5,0 bar la 20oC - blocaj în poziție închis sau deschis cu declanşare automată când presiunea a scăzut sub 5,0 bar. Aceste operații se vor face cu ocazia umplerii cu gaz a celulelor. Se face corecția cu temperatura de pe diagrama p=f(t) din cartea tehnică		
	e) Verificarea transformatoarelor de curent : - polaritate - verificarea erorilor de raport - verificarea caracteristicii V - A	Se folosesc surse de curent alternativ şi truse de laborator.	Verificarea se face conform SRCEI 185/94: - la celula cu întreruptor CHKLI, curentul alternativ se va injecta între borna separator lent de legare la pământ şi borna superioară a întreruptorului (este necesară desfacerea flanşei cu filtru) ; - la celula tip CHKLS, c.a. se va injecta între borna separatorului rapid de legare la pământ şi ramificația RT – deasupra trafo tensiune – după probe de încercare a izolației, când se va cupla în circuitul principal transformatorul de tensiune. Verificarea se face conform STAS 11162/3 pentru celulele tip CHKPR şi CHKLS complet montate.	- PIF - RT - După reparații accidentale şi planificate	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	f) Verificarea transformatorului de tensiune: - verificarea marcării bornelor - verificarea raportului de transformare (erori) - verificarea curentului de mers în gol	Se folosesc surse de c.a. şi truse de laborator.		- PIF, RT - După reparații plani-ficate sau accidentale la trafo de tensiune	
10.21	Verificarea caracteristicilor cinematice a) întreruptor - verificarea timpilor de închidere şi deschidere - verificarea nesimultaneităților	Aparat MINUT sau oscilograf	Parametrii trebuie să corespundă valorilor din cartea tehnică a produsului: pentru întreruptoare vezi pct.10.10, pentru separatoare lente de legare la pământ şi separatoare de bare timpi proprii la I, D trebuie să fie ≤ 5s. Pentru separatoare rapide de legare la pământ $t_I \leq$ 80ms şi $t_D \leq$ 5s Proba se face între trecerea SF6-aer şi separatorul p.p. închis (cu gaz SF6 la presiune nominală).	- PIF, RT - După reparații planificate sau accidentale la întreruptor	
	b) Separator	Secundometru	Parametrii trebuie să corespundă	- PIF	

0	1	2	3	4	5
	- verificarea timpilor de închidere - deschidere		valorilor din NTR şi necesită puncte accesibile pe trecerea SF6 – aer şi punerile la pământ necesare.	- După reparații planificate sau accidentale la întreruptor	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.22	Măsurarea rezistenței ohmice a căilor de curent	Sursa de curent continuu cu I ≥ 100 A	Verificarea se face pe fiecare celulă între trecerile SF6 - aer şi punctele de punere la pământ de la separatoarele de bară şi linie, astfel încât să nu rămână nici o porțiune de conductor principal nestrăbătut de curent. Valoarea impusă pe fiecare celulă nu trebuie să depăşească $10^{-3}\Omega$.	- PIF, RT - După reparații planificate sau accidentale la celulă	
10.23	Incercarea izolației	Se foloseşte o instalație rezonant – serie sau alt transformator de încercare echivalent.	Incercarea se execută față de masă, pe fiecare fază a stației formate din celule capsulate cu izolație în SF6, alimentând separat trecerile SF6 - aer ale celulelor CHKLI, având toate aparatele de comutație închise, iar separatoarele de punere la pământ deschise. Incercarea se execută conform STAS 6669/2 la 50 Hz şi 0,8 $U_{înc.}$ în fabrică, timp de 1 min	- PIF, RT - După IA cu înlocuiri de echipamente componente ale celulei	

0	1	2	3	4	5
			(transformatoarele de tensiune de tip inductiv nefiind cuplate la celule, în cazul utilizării instalației rezonant - serie 250 kV de încercare). Ex. pentru Un=123kV Uinc=0,8x230=184kV		
10.24	Incercarea izolației circuitelor secundare	Sursa de 2 kV curent alternativ	Incercarea se execută timp de 1 min, pe toate circuitele secundare ale celulelor (cabluri, dispozitive de comandă etc.).	- PIF, RT - După reparații planificate sau accidentale	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.25	Măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor secundare	Megohmmetru de 1000 V curent continuu	Incercarea se face pe toate circuitele secundare ale celulei, valoarea rezistenței trebuind să fie de minimum 2 MΩ la 20oC.	- PIF, RT - După IA	
10.26	Determinarea punctului de rouă a gazului SF6	Aparat HYGROLOG WMY470, produs de firma ENDRESS+HAUSER sau similar.	Proba se execută după umplerea cu gaz a celulei şi se execută pe fiecare compartiment de gaz. Valoarea umidității din fiecare compartiment nu trebuie să depășească 15 ppm. la PIF şi maximum 150 ppm. în exploatare.	- PIF, RT - După IA - Anual	
C. SEPARATOARE SI SEPARATOARE DE SARCINA					

0	1	2	3	4	5
10.27	Măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor secundare şi/sau auxiliare ale dispozitivului de acționare	Măsurarea se execută cu megohmmetrul de 1000 V.	Valoarea minimă: - 5 MΩ la PIF; - 1 MΩ exploatare.	- PIF - RC - RT	Buletinele de fabrică referitoare la parametrii izolației sunt valabile la PIF, dacă nu s-au depăşit 6 luni de la data emiterii lor şi nu au fost condiții pentru efectuarea probelor la PIF.
10.28	Măsurarea rezistenței de izolație a pieselor din materiale izolante organice şi combinate	Măsurarea se execută cu megohmmetrul de 2500 V (cel puțin).	Valorile minime orientative: conform pct.10.1	- PIF - RC - RT*)	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.29	Incercarea izolației căii de curent primare la tensiunea de frecvență industrială în pozițiile închis şi	Incercarea se execută conform celor specificate la pct.10.4.	Izolația trebuie să suporte încercarea fără conturnări sau străpungeri ale izolației.	- PIF - RC, dar nu mai rar de 6 ani în stații şi o dată la 3 ani în centrale	Incercarea este obligatorie pentru separatoare până la 35 kV inclusiv.

0	1	2	3	4	5
	deschis ale separatorului				
10.30	Verificarea rezistenței de contact a cuțitelor principale şi c.l.p.	Se execută prin metoda milivoltmetru-ampermetru, aplicând un c.c. de 100 A şi măsurând căderea de tensiune (minimum 3 citiri).	Dacă valorile măsurate depăşesc cu mai mult de 10 % valorile de referință (de ordinul $10^{-4}\Omega$), se recondiționează piesele de contact sau se schimbă, se refac reglajele şi se repetă măsurătoarea. Pentru indicații mai exacte referitoare la diferite tipuri de separatoare se va consulta instr. 3.1.E-I 128-91.	- IA PIF - RC - RT*) - După IA	In cazul separatoarelor care au o încărcare sub 50% din curentul nominal se admit depăşiri de 20-30%.
10.31	Verificarea blocajelor electromecanice ale ansamblului dispozitiv de acționare separator (verificarea blocajelor între cuțitele principale şi c.l.p.)	- Se execută manual şi/sau cu comandă la distanță. - Proba manuală se execută prin acționarea normală, lentă a separatorului.	Verificarea se execută conform normei tehnice a produsului. Acționarea separatorului de legare la pământ trebuie să fie blocată când cuțitele principale sunt închise şi acționarea cuțitelor principale trebuie să fie blocată când c.I.p. este închis.	- PIF - RT*) - RC - După IA	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.32	Verificări funcțio-	Se execută câte 3 acționări la tensiune şi/sau	Se urmăreşte funcționarea sigură, fără	- PIF	

*) Probele de la pct.10.28, 10.30 şi 10.31, prevăzute a se face cu ocazia RT, se vor efectua cu o periodicitate de o dată la 3 ani - în cazul separatoarelor de bare colectoare, cu excepția separatoarelor de bare colectoare de 6-20 kV din rețele electrice, la care probele respective, inclusiv proba de la pct.10.7, se vor face o dată la 6 - 10 ani.

0	1	2	3	4	5
	nale la închideri şi deschideri repetate	presiune: - nominală ; - maximă ; - minimă.	vreun reglaj efectuat în timpul probelor.	- RT - RC - RK - După IA	
10.33	Măsurarea cuplului rezistent la acționarea separatorului	Conform anexei 4 la fişa tehnologică 3.2.FT 22-83	Conform anexei 4 la fişa tehnologică 3.2.FT 22-83	- PIF - RT - RC - După IA	Măsurătorile sunt obligatorii pentru separatoarele având $U_n \geq 110$ kV.
10.34	Verificarea etanşeității funcționării conectorului la scăderea presiunii punctului de rouă al SF6 (cazul separatoarelor de sarcină capsulate în SF6)	Se execută în conformitate cu pct.10.15, 10.16, 10.17.	Idem pct.10.15, 10.16, 10.17	Idem pct.10.15, 10.16, 10.17	
10.35	Verificarea caracteristicilor cinematice (timpi de acționare şi nesimultaneități la închidere şi	Se execută cu milisecundometrul electronic (MINUT) sau cu oscilograful.	Valorile măsurate nu trebuie să le depăşească pe cele de referință (din buletinul de fabrică sau norma tehnică de produs) cu mai mult de 10%.	- PIF - RT - RC - După IA	Această verificare se execută numai asupra separatoarelor de sarcină.

0	1	2	3	4	5
	deschidere)				

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			D. CONTACTOARE DE 6 kV CU IZOLATIA în AER		
10.36	Măsurarea nesimultaneității atingerii contactelor între faze	- Se leagă în paralel bornele de intrare, respectiv de ieşire ale contactorului şi se intercalează într-un circuit serie cu un bec şi o baterie sau o sursă de tensiune redresată până la 12 V c.c. - Se închide manual contactorul până la atingerea contactelor primei faze (momentul aprinderii becului) şi se măsoară în această poziție distanța dintre contactele celorlalte faze. Măsurarea se face cu o leră.	Nesimultaneitatea atingerii contactelor trebuie să fie de maximum 1 mm.	- PIF - RC - RT - După IA	Alte indicații se pot lua din SP-28/1-91, NI-6321/77 şi cartea tehnică a furnizorului (IEPC).
10.37	Măsurarea căderii de tensiune	Incercarea se poate executa în curent alternativ, alimentând circuitele principale (înseriate) ale contactorului cu un curent de 100 A; în prealabil, se fac 4-5 manevre de închidere-deschidere fără sarcină (pentru o mai bună aşezare a contactelor).	Măsurarea se execută pe fiecare fază în parte cu un milivoltmetru de curent alternativ. Se execută circa 3 citiri pe fiecare fază. Media citirilor pe fiecare fază nu trebuie să difere între ele cu mai mult de 30%.	- PIF - RT - RC - După IA	Se pot consulta: SP 28/1-91 ; NI-6321-77 şi cartea tehnică a furnizorului (IEPC).
10.38	Măsurarea	Se execută cu megohmmetrul de 2500 V	Valori minime admise:	- PIF	Se pot consulta :

0	1	2	3	4	5
	rezistenței de izolație a căilor de curent	minim între fiecare fază şi masă şi între o fază şi celelalte două legate împreună la masă.	- 500 MΩ - PIF ; - 300 MΩ - în exploatare.	- RT - RC	SP 28/1-91 ; NI-6321-77 şi cartea tehnică a furnizorului.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
10.39	Măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor auxiliare (comandă şi semnalizare)	Se execută cu megohmmetrul de 1500 V. Elementele redresoare se vor şunta pe timpul probei. Măsurarea se face între circuite şi masă.	Valori minime admise: - 5 MΩ - PIF ; - 1 MΩ - în exploatare.	- PIF - RT - RC	Se pot consulta: SP 28/1-91; NI-6321-77 şi cartea tehnică a furnizorului.
10.40	Incercarea izolației căilor de curent principale cu tensiunea mărită de frecvență industrială în pozițiile închis şi deschis	Se execută conform pct.10.4 la valoarea de 24 kV c.a. - 1 min.	Izolația trebuie să suporte încercarea fără să se producă conturnări şi/sau străpungeri.	- PIF - RT - RC	Se pot consulta : SP 28/1-91; NI-6321-77 şi cartea tehnică a furnizorului.

Partea a 11-a

LINII ELECTRICE AERIENE

Standarde şi norme de referinţă

STAS 832-79	Influenţe ale instalaţiilor electrice de înaltă tensiune asupra liniilor de telecomunicaţii. Prescripţii
STAS 12604/5-90	Protecţia împotriva electrocutărilor. Instalaţii electrice fixe. Prescripţii de proiectare, execuţie şi verificare
STAS 6290-80	Încrucişări între linii de energie electrică şi linii de telecomunicaţii. Prescripţii
STAS 1566-87	Cleme şi armături pentru linii electrice aeriene şi staţii electrice. Condiţii tehnice generale
PE 101 A/85	Instrucţiuni privind stabilirea distanţelor normate de amplasare a instalaţiilor electrice cu tensiune peste 1 kV în raport cu alte construcţii
PE 104/90	Normativ pentru construcţia liniilor electrice aeriene cu tensiuni peste 1000 V
PE 109/92	Normativ pentru alegerea izolaţiei, coordonarea izolaţiei şi protecţia instalaţiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor
PE 125/89	Instrucţiuni privind coordonarea coexistenţei instalaţiilor electrice de 1-750 kV cu liniile de telecomunicaţii
PE 127/83	Regulament de exploatare tehnică a liniilor electrice aeriene
3.2.RE-I 140-84	Instrucţiuni privind controlul şi revizia tehnică a clemelor şi armăturilor liniilor electrice aeriene
3.LI-I 179-87	Condiţii tehnice şi prevederi de execuţie şi recepţie la LEA 110, 220 şi 400 kV
3.2.FT 37-90	Revizia liniilor electrice aeriene de 110 kV
3.2.FT 1-90	Revizia liniilor electrice aeriene de 220 şi 400 kV
3.2.FT 38-88	Revizia liniilor electrice aeriene de 6-20 kV

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
11.1	Măsurarea parametrilor LEA cu U=220 kV şi mai mare	Se măsoară parametrii R, L, C folosind metodologia de măsură dată în instrucţiuni.	Valorile obţinute vor servi ca date de referinţă pentru diverse calcule electrice de sistem.	- PIF - Modificări în construcţia LEA care pot modifica valo-rile parametrilor	
11.2	Fazarea liniei electrice	Se verifică şi se marchează fazele R, S, T la ambele capete şi la stâlpii LEA.	Se va controla fazarea totdeauna înainte de închiderea unei bucle prin LEA respectivă.	- PIF - Modificări în construcţia LEA	
11.3	Verificarea gabaritului LEA	Se măsoară distanţele conductoarelor faţă de pământ, de clădirile şi obiectivele din apropierea LEA şi faţă de alte linii de energie sau telecomunicaţii.	Conform normativelor PE 104, PE 106 şi STAS 6290	- PIF - Modificări în construcţia LEA - RC, dar nu mai rar de 6 ani în porţiuni speciale de traseu, încrucişări şi apropieri	
11.4	Măsurarea rezistenţei de legare la pământ a suporturilor şi a conductoarelor de protecţie	Măsurarea se face conform cap.20	Conform cap.20	- Conform cap.20	
11.5	Verificarea condiţiilor de legare la nul	Se verifică condiţiile de declanşare a LEA şi cele de legare la pământ a conductorului	Conform STAS 6616	- PIF - Modificări în con-	

	de protecție a LEA de j.t.	de nul.		strucția LEA - Instalări de cabine de secționare pe LEA	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
11.6	Încercarea LEA cu tensiuni nominale de 110 kV şi mai mari, cu locatorul de defecte (numai pe LEA racordate în stații care dispun de aparatajul necesar)	Încercarea se execută numai pentru LEA fără derivații. Se fotografiază imaginea liniei în stare normală (fără defecte) şi în cazul unor defecte, prin punerea liniei la pământ în mai multe puncte.	Imaginea LEA serveşte pentru comparație cu cea obținută în caz de avarii, pentru localizarea defectului.	- PIF - Modificări în construcția LEA	
11.7	Proba de funcționare în gol a LEA	a) Punerea sub tensiune a LEA în gol b) Măsurarea puterii reactive şi a tensiunii la ambele capete pentru LEA cu tensiuni nominale de 220 kV şi mai mari	b) Valorile obținute vor servi ca date de referință pentru stabilirea regimului de exploatare a LEA.	- PIF	
11.8	Măsurarea supratensiunii de comutație la LEA cu $U_n \geq 220$ kV	Condițiile de execuție a probelor se stabilesc pentru fiecare LEA în parte.	Valorile obținute vor servi pentru stabilirea regimului de exploatare.	- După avarii datorate supratensiunilor de comutație	
11.9	Măsurarea tensiunilor de atingere şi de pas	a) La stâlpii cu aparataj b) În incintele consumatorilor industriali şi	Valorile trebuie să se încadreze în prevederile documentației de	- PIF - Modificări în insta-	

		agricoli c) În alte zone indicate prin proiect	proiectare.	laţiile de legare la pământ	

Partea a 12-a

CABLURI DE ENERGIE, DE COMANDA-CONTROL, DE TELEMECANICA (PILOT) SI DE TELECOMUNICATII

CABLURI DE ENERGIE DE JOASA TENSIUNE 0,6/1 kV

A. CABLURI DE ENERGIE DE MEDIE TENSIUNE 3,5/6 ... 20/35 kV

B. CABLURI DE ENERGIE DE INALTA TENSIUNE 64/110 ... 235/400 kV

C. CABLURI DE COMANDA-CONTROL, DE TELEMECANICA (PILOT) SI DE TELECOMUNICATII

Standarde şi norme de referinţă

STAS 4481/1 - 85 şi STAS 4481/2 - 85	Cabluri de energie cu izolaţie de hîrtie impregnată, în manta de plumb
STAS 8778/1 - 85 şi STAS 8778/2 - 85	Cabluri de energie cu izolaţie şi manta de PVC
STR 1079 - 88	Cabluri de energie cu izolaţie de hîrtie şi manta de PVC cu ecran armătură unică, de 3, 5/6 kV
STR E 59 - 79	Cabluri de energie cu izolaţie de hîrtie impregnată, în manta de plumb, pentru tensiunea de 20 kV
STR E 535 - 87	Cabluri de energie cu izolaţie de polietilenă termoplastică cu tensiunea nominală de 12/20 kV
STR E 3304 - 83	Cabluri de energie cu izolaţie de polietilenă termoplastică în manta din PVC, pentru tensiunea nominală de 5, 8/10 kV
STAS 9436/5 - 73	Cabluri şi conducte electrice. Cabluri de semnalizare, comandă şi control. Clasificare şi simbolizare
STAS 9436/6-73	Cabluri şi conducte electrice. Cabluri de telecomunicaţie. Clasificare şi simbolizare
STAS 8779 - 86	Cabluri de semnalizare cu izolaţie şi manta de PVC
CEI - 141	Verificările cablurilor cu ulei fluid, cu presiune de gaze şi a accesoriilor
CEI - 840	Verificări ale cablurilor de transport a energiei electrice cu izolaţie extrudată pentru tensiuni nominale superioare valorii de 30 kV, pînă la 150 kV
CEI - 502	Cabluri pentru transportul energiei electrice, izolate cu dielectric masiv extrudat, pentru tensiuni de la 1 kV până la 30 kV
CEI - 60189/1-93	Cabluri de semnalizare cu conductoare simple pentru echipamente şi instalaţii de telecomunicaţii

Generalități

1. Proceduri de încercare a cablurilor de energie

Verificarea izolației cablurilor cu izolație din material plastic se face cu una din următoarele tipuri de tensiuni:

- tensiune alternativă 50Hz;
- tensiune alternativă cu frecventă joasă 0,1Hz;
- tensiune alternativă produsă de un sistem rezonant cu frecvență variabilă.

În cazul în care nu există dotarea necesară pentru producerea tensiunilor alternative mai sus nominalizate se va face verificarea izolației cu tensiune continuă la nivelul de $6U_o$. Această verificare este tot mai puțin utilizată pe plan mondial pentru cablurile cu izolație din plastic deoarece conduce la apariția de sarcini spațiale în izolație, care provoacă străpungerea acesteia la puțin timp după încercare. De asemenea o problemă grea este descărcarea, după încercare, a cablului energizat. Este de dorit un rezistor de descărcare capabil sa transforme în caldură energia capacitivă înmagazinată în cablu.

Verificarea cu tensiune continuă se face la nivel mare de tensiune pentru a pune în evidență eventualele defecte de montaj. Se apreciază ca informațiile obținute nu sunt relevante pentru determinarea stării izolației.

Încercările cu tensiune alternativă 50Hz sau cu frecvență apropiată acesteia (obținută cu un sistem rezonant cu frecvență variabilă) sunt considerate mai eficace în procesul de evidențiere a defectelor de montaj. Verificarea izolației se face la nivelul de $2,5U_o$ timp de 1 min (sau la nivelul impus de producator).

Încercarea cu tensiune alternativă cu frecvență de 50Hz se realizează într-un circuit rezonant-serie în care capacitatea cablului este acordată printr-un reactor de înalta tensiune cu inductivitate reglabilă.

Varianta cu sistemul rezonant cu frecvență variabilă s-a realizat pentru obținerea unui factor de calitate mai mare a circuitului rezonant serie cu consecințe asupra scăderii necesarului de putere cerut de la sursa de alimentare.

Acest sistem rezonant are un convertor de frecvență care alimentează un reactor inductiv înseriat cu cablul de încercat.

Ambele metode permit energizarea cablului la locul lui de montaj.

Tensiunea alternativă cu frecvență joasă 0,1 Hz este utilizată pentru încercarea cablurilor cu izolație din material plastic de medie tensiune. Din cauza energiei de nivel redus livrate, metoda nu a putut fi extinsă la cablurile de tensiune înaltă.

De asemenea metoda nu este eficientă la detectarea defectelor mecanice din cablu sau a legăturilor necorespunzătoare.

Cablurile de medie tensiune se încearcă cu tensiune alternativă de joasă frecvență (0,1Hz) la nivelul $3U_o$ timp de 60 min.

2. Proceduri de diagnosticare

Dacă procedurile de încercare descrise mai înainte au ca scop punerea în evidență a defectelor mecanice ale cablului, a defectelor grosolane din izolația acestuia sau a defectelor legăturilor între cabluri, procedurile de diagnosticare au ca scop calificarea stării izolației cablului aflat în exploatare.

Diagnosticarea stării izolației se face de către firme specializate care au în dotare echipamente speciale.

Principalele metode de diagnosticare sunt:

- metoda curentului de descărcare;
- analiza tensiunii de revenire;
- măsurarea tangentei unghiului de pierderi la 0,1 Hz;
- măsurarea tangentei unghiului de pierderi la 50 Hz.

Pentru diagnosticarea corectă a stării izolației unui cablu este necesar să se determine, la punerea în funcțiune, caracteristica tensiunii de revenire, curentul de descărcare precum şi nivelul

tangentei unghiului de pierderi. Compararea acestora la intervale periodice de timp permit evidențierea evoluției eventualelor defecte, identificarea naturii acestora şi ținerea sub control a funcționării corecte a cablului.

3. Criterii de apreciere a stării izolației din material plastic a unui cablu de medie tensiune

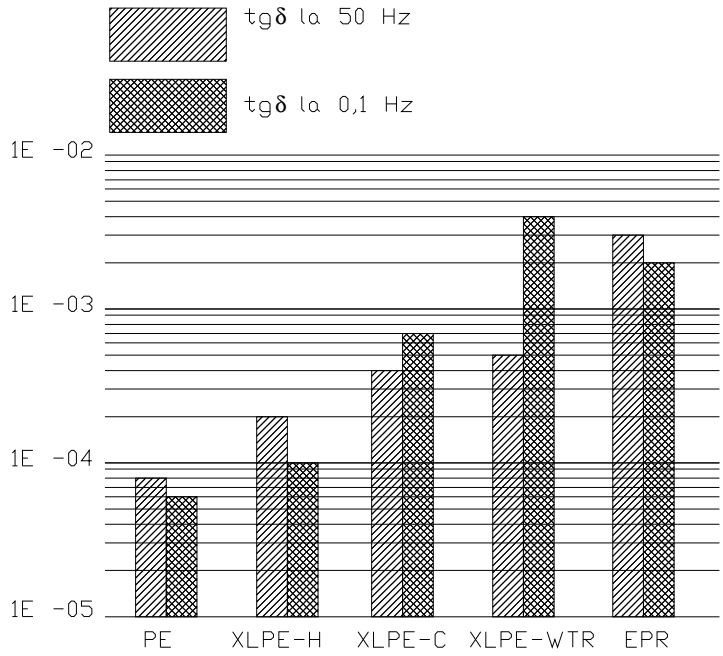
Pentru a aprecia corect starea izolației unui cablu este necesar să se cunoască mărimea inițială a tensiunii de revenire, a curentului de descărcare şi a tg δ .

Aceste mărimi depind de proprietățile dielectricului şi diferă în funcție de fabricantul cablului.

Un cablu nou (fără defecte de fabricație) trebuie să aibă caracteristicile tensiune de revenire - tensiune de încercare şi curent de descarcare - tensiune de încercare liniare, iar raportul între tensiunea de revenire corespunzătoare tensiunii de încercare $2U_o$ şi tensiunea de revenire corespunzătoare tensiunii de încercare U_o să fie mai mic sau egal cu 2.

Rezultatele măsurătorilor pe cabluri noi au arătat ca valorile tg.δ la 0,1Hz ca şi la 50Hz nu depind numai de starea de îmbătrânire a acestora, ci şi de tipul de compund folosit la realizarea izolației.

Din figura urmatoare este uşor de diferențiat valorile inițiale ale tg.δ pentru homopolymer (XLPE-H) copolymer (XLPE-C) şi izolație cu proprietăți de întârziere a arborescenței (XLPE-WTR).



Tangenta unghiului de pierderi a izolației cablurilor
de medie tensiune cu izolație din material plastic

Din cele de mai sus rezultă că izolația unui cablu este îmbătrânită dacă între două diagnosticări succesive:

- prezintă puternice nelinearități ale caracteristicilor tensiune de revenire-tensiune de încercare şi curent de descărcare - tensiune de încercare;
- valoarea tg δ creşte (atenție! măsurătoarea valorii tg δ trebuie făcută la aceeaşi tensiune şi într-un domeniu acceptabil de temperatură);
- raportul între tensiunile de revenire corespunzătoare lui $2U_o$ şi respectiv Uo este mai mare de 3.

Decizia asupra scoaterii din funcțiune a unui cablu se ia de cel care îl exploatează după consultarea unei firme specializate în diagnosticări.

Nr. crt.	Denumirea verificării	Condiţiile de execuţie a verificării	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării verificării	Observaţii
0	1	2	3	4	5
A. CABLURI DE ENERGIE DE 0,6/1 kV					
12.1	Verificare continuitate şi identificare faze	Verificarea se execută fără tensiune, cu punte portabilă pentru măsurarea rezistenţei ohmice, cu megohmmetre de 100, 500 sau 1000 V, buzere sau lămpi de control.	La continuitate sau corespondenţă a fazelor, ohmmetrul, puntea sau megohmmetrul vor indica valoarea zero, buzerul va suna şi lampa de control se va aprinde.	- PIF - După IA - După RM	
12.2	Verificare rezistenţă de izolaţie	Verificarea se execută cu megohm-metre, la tensiuni $\geq$ 2500 V. Condiţiile de execuţie a verificării şi corectarea datelor la condiţiile de referinţă (1 km de cablu şi 20$_o$C) sunt conform fişei 3.2.FT 4-93. Asimetria valorilor măsurate se determină cu formula: $a_{iz} = \frac{R_{iz(max.)} - R_{iz(min.)}}{R_{iz(min.)}}$	Valorile minime ale rezistenţei de izolaţie de 1 minut, corectate la 20$_o$C şi 1 km sunt : 5 MΩ km pentru cablurile cu izolaţie de HIU ; 3...100 MΩ km pentru cablurile cu izolaţie de PVC $a_{iz} \leq 2$	- PIF - După IA - După RM	
B. CABLURI DE ENERGIE DE MEDIE TENSIUNE 3, 5/6 ... 20/35 kV					
12.3	Verificare manta (înveliş de protecţie) din PVC sau PE	Se utilizează metoda de verificare cu tensiune înaltă continuă. Tensiune înaltă continuă : 4 kV Durata verificării : Montaj, PIF - 5 minute După IA sau RM şi la RT-1 min Condiţiile şi schemele de execuţie	Nu trebuie să aibă loc străpungeri în timpul verificării.	- Montaj, înainte de executarea acceso-riilor, numai pe ca-blul propriu-zis po-zat în traseu: - PIF - După IA - După RM	- Verificarea se exe-cută numai la LEC având cabluri cu manta de protecţie din materiale extrudate (PVC, PE, XLPE, cauciuc etc.). La RT se execută numai la

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		a verificării sunt conform fişei 3.2.FT 4-93.		- RT la 5 ani	LEC la care s-a făcut această verificare la PIF.
12.4	Verificare continuitate şi identificare faze	Verificarea se execută la: - LEC scosă de sub tensiune : cu punte portabilă pentru măsurarea rezistenței ohmice, cu megohmmetre de 100, 500 sau 1000 V, buzere sau lămpi de control ; - LEC sub tensiune: cu indicator de corespondență a fazelor ICF 6...20 kV	La continuitate sau corespndență a fazelor, ohmmetrul, puntea sau megohmmetrul vor indica valoarea zero, buzerul va suna, lampa de control se va aprinde, iar ICF va indica.	- PIF - După IA - După RM	
12.5	Verificare rezistențe ohmice ale conductoarelor şi ale ecranelor	Condițiile şi schemele de măsură sunt conform fişei 3.2.FT 4-93. Verificarea se execută cu voltme-tre şi ampermetre de clasă $\leq$ 1 sau cu punte Wheatstone de măsură rezistențe de valori mici ($\leq 10\Omega$), punte Thomson sau punte dublă. Corectarea datelor la 1 km şi 20_oC se face conform fişei 3.2.FT 4-93.	Valorile rezistențelor ohmice corectate la 1 km şi 20_oC trebuie să corespundă valorilor din tabelele 2 şi 3 din fişa 3.2.FT 4-93.	- PIF - După IA - După RM	
12.6	Verificare rezistență de izolație	Condițiile şi schemele de măsură sunt conform tabelului 4 din fişa 3.2.FT 4-93.	Valorile rezistențelor de izolație corectate la 1 km şi 20_oC,	- PIF - După IA	

		Tensiunea de verificare: ≥ 2500 V pentru LEC ≤ 5,8/10 kV	măsurate la PIF, sunt valori de referință. Valorile rezistențelor de izolație determinate în exploatare (la revizii sau reparații) trebuie să se	- RT la 5 ani	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		≥ 5000 V pentru LEC ≤ 12/20 kV Asimetria $a_{R_{iz}} = \frac{R_{iz(max.)} - R_{iz(min.)}}{R_{iz(min.)}}$	situeze în zona A din diagrama dată în fişa 3.2.FT 4-93: $a_{R_{iz}} \leq 2$.		
12.7	Verificare coeficient de absorbție şi indice de polarizare	Condițiile şi schemele de măsură sunt conform tabelului 4 din fişa 3.2.FT 4-93. Tensiunea de verificare: ≥ 2500 V – LEC ≤ 5, 8/10 kV. ≥ 5000 V – LEC ≥ 12/20 kV. Coeficient de absorbție : $K_A = \frac{R_{m60''}}{R_{m15''}}$ Indice de polarizare : $I_p = \frac{R_{m10'}}{R_{m1'}}$	$K_A \geq 1,3$ $I_p \geq 2$	- PIF - După IA numai când verificarea rezistenței de izolație este necorespunzătoare	Verificarea se execu-tă numai la LEC având cabluri cu izolație de HIU.
12.8	Verificarea izolație cu tensiune înaltă continuă	Condițiile şi schemele de măsură sunt conform tabelului 4 din fişa 3.2.FT 4-93. Valoarea tensiunii de verificare este de	Nu trebuie să aibă loc străpungeri. Curentul de conducție trebuie să fie mai mic de :	- PIF - După IA sau RM OPȚIONAL după	

		6 U_o. LEC 3, 5/6 kV la 21 kV c.c. LEC 5, 8/10 kV la 35 kV c.c. LEC 12/20 kV la 72 kV c.c. LEC 20/35 kV la 120 kV c.c.	- 200 μ A la LEC 3, 5/6 şi 5, 8/10 kV; - 600 μ A la LEC 12/20 kV; - 1000 μ A la LEC 20/35 kV. $a_j \leq 2$	verificarea rezistenței de izolație OBLIGATORIU numai atunci când nu sunt corespunzătoare verificările de rezistență de izola-	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Durata : 15 minute. Corectarea datelor la 1 km se face conform fişei 3.2.FT 4-93. Asimetria curenților : $a_j = \frac{J_{max.} - J_{min.}}{J_{min.}}$		ție şi coeficient de absorbție	
C. NOMENCLATORUL VERIFICĂRILOR SPECIALE PENTRU CABLURI DE ENERGIE DE ÎNALTĂ TENSIUNE 64/110 ... 235/400 kV					
12.9	Verificare manta (înveliş de protecție) din PVC sau PE	Se utilizează metoda de verificare cu tensiune înaltă continuă. Montaj, PIF : Tensiune înaltă continuă : 10 kV. Durata verificării : 5 min. După IA sau RM şi la RT : tensiune înaltă continuă : 5 kV; durata verificării : 1 min.	Nu trebuie să aibă loc străpungeri în timpul verificării.	- Montaj, înainte de executarea accesoriilor, numai pe cablul propriu-zis pozat în traseu ; - PIF - După IA - După RM	- Verificarea se execută numai la LEC având cabluri cu manta de protecție din materiale extrudate (PVC, PE, XLPE, cauciuc etc.). La RT se execută numai la LEC

				- RT la 5 ani	la care s-a făcut această verificare la PIF.
12.10	Verificare continuitate şi identificare faze	Verificarea se execută cu LEC scoasă de sub tensiune, cu punte portabilă pentru măsurarea rezistenței ohmice, cu megohmmetre de 100, 500 sau 1000 V, buzere sau lămpi de control.	La continuitate sau corespon-dență a fazelor, ohmmetrul, puntea sau megohmmetrul vor indica valoarea zero, buzerul va suna, lampa de control se va aprinde.	- PIF - După IA - După RM în in-stalații	
12.11	Verificare rezistențe ohmice ale conduc-	Verificarea se execută cu voltmetre şi ampermetre de clasă $\leq$ 1 sau cu	Valorile rezistențelor ohmice co-rectate la 1 km şi 20_oC trebuie să	- PIF - După IA	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	toarelor şi ale ecra-nelor	punte de măsură a rezistenței Wheatstone pentru valori mici ($\leq 10\Omega$), punte Thomson sau punte dublă. Se face corectarea datelor la 1 km şi 20_oC.	corespundă valorilor impuse de furnizorul de cablu.	- După RM în in-stalații	
12.12	Verificare izolație cu tensiune înaltă con-tinuă	Valoarea tensiunii de verificare este conform specificației furnizorului de cablu sau, în lipsa acesteia, valorile orientative pentru tensiunea de verificare sunt : - pentru cablurile cu izolație extru-dată: $3U_o$ -15 min $30 \leq U_o < 150$ kV	Nu trebuie să aibă loc străpungeri. Curentul de conducție trebuie să fie mai mic decât valoarea specificată de furnizorul de cablu. $a_j \leq 2$	- PIF - După IA sau RM	ATENȚIE ! Nu vor fi depăşite valorile de verificare impuse de furnizorul de cablu.

		- pentru cablurile cu izolație în ulei: 4, 5 U_o pentru $U_o \leq$ 64 kV 4 U_o pentru 64 kV $\leq U_o \leq$ 130 kV 4, 5 U_o pentru $U_o >$ 130 kV Durata : 15 min. Se face corectarea datelor la 1 km. Asimetria curenților: $a_j = \frac{J_{max.} - J_{min.}}{J_{min.}}$			
12.13	Verificare sistem hidraulic cu ulei sub presiune	Recoltarea probelor, precum şi metodologia de încercare vor respecta prevederile furnizorului de cablu. Se va verifica : - conținutul de gaze;	Caracteristicile tehnice impuse pentru sistemul hidraulic cu ulei sunt conform prescripțiilor furnizorului de cablu.	- PIF - După IA	Se execută numai la LEC având cabluri cu izolație de HIU şi răcire cu ulei sub presiune.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		- rigiditatea dielectrică ; - circulația uleiului în sistem ; - semnalizarea manometrelor ; - încadrarea presiunii în limite ; - debitul de curgere.			
12.14	Verificare rezistentă de legare la pământ a ecranelor	Cu aparat măsură prize de pământ APP-2, MC-08 sau cu metoda voltmetrului şi ampermetrului	Valoarea rezistenței de legare la pământ : maximum 2Ω sau conform valorilor din proiect ale furnizorului	- PIF - După IA	

			de cablu		
12.15	Verificare curenți şi tensiuni induse în manta	Cu voltmetre şi ampermetre, folosind o sursă trifazată de circa 100 A	Conform datelor de proiectare ale furnizorului de cablu	- PIF - Facultativă	
D. CABLURI DE COMANDĂ-CONTROL, TELEMECANICĂ (PILOT) ŞI DE TELECOMUNICAȚIE					
12.16	Verificare continuitate şi identificare fire	Verificarea se execută fără tensiune, cu ohmmetre, cu punți portabile, buzere sau lămpi de semnalizare.	La continuitate sau coresponden-ță a firelor sau ecranelor, ohmmetrul, puntea sau megohmmetrul vor indica valoarea zero, buzerul va suna, lampa de control se va aprinde.	- PIF - După IA - După RM	
12.17	Verificare rezistență de izolație	Verificarea se execută cu megohmmetre, la tensiuni ≥ de 1000 V şi ≤ 2500 V. Se face corectarea datelor la 1 km şi 20_oC.	Valorile minime ale rezistenței de izolație corectată la 1 km şi 20_oC trebuie să fie de minimum 5 MΩ km. Valorile rezistențelor de izolație ale firelor nu trebuie să depăşească valoarea medie cu mai mult de 50 %.	- PIF - După IA - După RM în in-stalații	Verificarea este con-diționată în exploatare de realizarea condiției de la pct.18.5.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5

12.18	Măsurarea tensiunii induse de linii de înaltă tensiune	Măsurarea se execută în curent alternativ prin provocarea de scurtcircuit pe linia inductoare.	Valorile măsurate trebuie să fie mai mici sau cel mult egale cu valorile admise în STAS 832-79.	- PIF	Această probă se execută numai atunci când valorile calcu-late depăşesc pe cele din STAS 832-79.

Partea a 13-a

BARE COLECTOARE

Standarde şi norme de referinţă

SR CEI 60273-97	Caracteristicile izolatoarelor suport de interior şi exterior destinate sistemelor cu tensiuni mai mari de 1000 V
SR EN 60137-98	Treceri izolate pentru tensiuni alternative peste 100 V
SR EN 60168-97	Incercări ale izolatoarelor suport de interior şi exterior din material ceramic sau din sticlă destinate sistemelor cu tensiuni nominale peste 1000 V
PE 101/85	Normativ pentru construcţia instalaţiilor electrice de conexiuni şi transformare cu tensiuni peste 1 kV

<table>
<tr><th>Nr. crt.</th><th>Denumirea probei</th><th>Condiţiile de execuţie a probei</th><th>Indicaţiile şi valorile de control</th><th>Momentul efectuării verificării</th><th>Observaţii</th></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td>13.1</td><td>Măsurarea rezistenţei de izolaţie</td><td>Măsurarea se face cu megohmmetrul de cel puţin 2500 V, după curăţirea izolaţiei.</td><td>Valoarea minimă a rezistenţei de izolaţie este de 1000 MΩ .</td><td>- PIF
- RC celule
- RK celule</td><td></td></tr>
<tr><td>13.2</td><td>Încercarea izolaţiei cu tensiune de frecvenţă industrială timp de 1 min</td><td>Trecerile izolate tip condensator se încearcă conform prevederilor cap.15, pct.3.
Celelalte izolatoare curate nu trebuie să conturneze la valori de tensiune mai mici sau egale cu cele înscrise în tabelul a, pentru cele din material organic şi cu cele înscrise în tabelul b, pentru cele din material anorganic (ceramică).</td><td>Izolatoarele nu trebuie să con-turneze la valori ale tensiunii mai mici decât:
Tabelul a
<table>
<tr><td>U_m (kV)</td><td>(3,3)</td><td>(7,2)</td><td>12</td><td>(17,5)</td><td>24</td><td>42</td></tr>
<tr><td>$U_{înc}$ (kV)</td><td>10</td><td>20</td><td>28</td><td>38</td><td>50</td><td>70</td></tr>
</table>
Tabelul b
<table>
<tr><td>U_m (kV)</td><td>(3,3)</td><td>(7,2)</td><td>12</td><td>(17,5)</td><td>24</td><td>42</td></tr>
<tr><td>$U_{înc}$ (kV)</td><td>21</td><td>27</td><td>35</td><td>45</td><td>55</td><td>85</td></tr>
</table></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>13.3</td><td>Verificarea distanţelor minime de izolaţie şi de protecţie</td><td>Măsurarea se efectuează cu rigle gradate sau cu alte instrumente de măsurat lungimi.</td><td>Conform prevederilor normativului PE 101</td><td>- PIF
- Modificări în insta-laţii</td><td></td></tr>
<tr><td>13.4</td><td>Încercarea etanşeităţii barelor capsulate</td><td>Se verifică vizual starea garniturilor de etanşare</td><td>Garniturile nu trebuie să fie rupte şi nu trebuie să-şi fi pierdut elasticitatea.</td><td>- PIF
- RC
- RK</td><td></td></tr>
</table>

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
13.5	Verificarea integrității ecranului, stării sudurilor, suporților izolanți și suporților ecranelor	Control vizual	Nu trebuie să fie deformări	- PIF - RC	
13.6	Verificarea stării vopsirii traverselor, suporților și a acoperirilor de protecție	Control vizual	Stratul de vopsea să fie intact	- PIF - RC - RK	
13.7	Verificarea îmbinărilor prin șuruburi a căilor de curent și a legăturilor de legare la pământ a carcaselor barelor capsulate	Verificarea se efectuează cu cheie fixă sau dinamometrică, dacă există în dotare, și eventual cu instalații de termoviziune în timpul funcționării.	Se verifică strângerea corectă și se elimină jocurile la îmbinări.	- PIF - RC - RT	
13.8	Verificarea trecerilor izolate tip condensator	Verificările se efectuează conform prevederilor cap.15, pct.3.	Valorile de control sunt cele prevăzute la cap.15, pct.E.	- PIF - RC - RK	
13.9	Măsurarea rezistenței ohmice de contact la îmbinările barelor colectoare și a derivațiilor de la barele colectoare	Măsurarea se realizează prin milivoltmetru la un curent continuu de 100 A.	Rezistența ohmică de contact trebuie să nu depășească cu 20 % rezistența ohmică a unei porțiuni continue de aceeași lungime.	- PIF - RC - RT	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
13.10	Verificarea inexistenței unor contururi metalice închise formate din carcasele barelor colectoare capsulate împreună cu stelajul de susținere	Verificarea se realizează vizual şi se anulează prin introducerea de plăci sau garnituri izolante suplimentare, dacă este necesar.	Se verifică lipsa încălzirilor locale, dacă se realizează proba de scurtcircuit.	- PIF - RC - RT	Se recomandă, dacă este posibil, să se realizeze proba de scurtcircuit a întregii coloane de bare, probă ce se realizează în trepte până la curentul nominal. Se atenționează că cel mai vulnerabil punct este stelajul metalic al trecerilor izolante.

Partea a 14-a

DESCARCATOARE

A. DESCARCATOARE CU REZISTENTA VARIABILA (DRV)
B. DESCARCATOARE CU COARNE (DC)
C. DESCARCATOARE CU OXIZI METALICI

Standarde de referință

STAS 7377-73	Descărcătoare cu rezistență variabilă. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 3999-75	Aparate de protecție contra supratensiunilor. Clasificare şi terminologie
3.2 RE-I 71-88	Instrucțiune pentru montarea, exploatarea şi încercarea mijloacelor de protecție contra supratensiunilor

Tabel (continuare)

Nr. crt.	Denumirea verificării	Conditiile de executie a probei	Indicatiile si valorile de control	Momentul efectuarii probei	Observatii
0	1	2	3	4	5
		A. DESCARCATOARE CU REZISTENTA VARIABILA			
14.1	Masurarea curentului de conducție				
14.1.1	Cu scoatere de sub tensiune	Masurarea se execută cu tensiune alternativa sau redresata, In functie de tipul descarcatorului, conform anexei 14.3.	Valorile tensiunilor de incercare si ale curentilor admisibili pentru diverse tipuri de descarcatoare sunt indicate în anexa 14.3.	- PIF - RC - 3RT *) (cu exceptia GZ si DRVS montate de fabrica ca o transformare, care se vor masura anual inainte de începerea sezonului de descarcari) - RC (2RT) - La descarcatoarele de MT si la cele cu $U_n \leq 110$ kV, la 6 ani	Masurarea anuala a curentului sub tensiune si urmarirea numărului de functionări exclude obligativitatea masurarii curentului de scoatere de sub tensiune a DRV.
14.2	Masurarea tensiunii de amorsare la frecventa industriala	Tensiunea de amorsare se deter-mina ca o medie a 5 incercari e-fectuate la interval de cel putin 10 s. Nici una din cele 5 valori nu trebuie sa fie mai mica decit valoarea minima din anexa 14.3. Se considera admisibile abaterile mai mici de 5% fata de medie. Perioada de timp in care tensiunea aplicata depaseste tensiunea nominala a DRV trebuie sa fie de 0,4-0,5 s. Schema de incercare se va realiza conform instructiunilor de exploatare.	Valorile minime ale tensiunilor de amorsare pentru diverse tipuri de descarcatoare sunt indicate în anexa 14.3.	- PIF, daca buletinul de fabrica are vechime mai mare de 1 an - RC (2RT) - La descarcatoarele de MT si la cele cu $U_n \leq 110$ kV, la 6 ani	
14.1.2	Masurarea sub tensiune	Masurarea se executa la locul de montaj cu descarcatorul aflat la tensiunea retelei. Descarcatorul trebuie sa fie prevăzut cu contor de impulsuri mari (CASEA, VA, ICEMENERG). Schema de incercare se va realiza conform instructiunilor de exploatare.	Valorile orientative ale curentilor de conductie pentru tipurile uzu-ale de descarcatoare sunt indicate in anexa 14.3. Interpretarea rezultatelor se executa conform instructiunii 3.2.RE-I 71-88.	- PIF - O data pe an	Masurarea anuala a curentului sub tensiune si urmarirea numărului de functionări exclude obligativitatea masurarii curentului de scoatere de sub tensiune a DRV.
14.3	Masurarea tensiunii de amorsare 100% la impuls	Incercarea se executa cu ajutorul unui generator de impuls reglat sa dea o unda 1,2/50 μs cind descarcatorul nu (3.2.RE-I 71-88).	Valorile maxime ale tensiunii de amorsare pentru tipurile uzuale de descarcatoare sunt date în anexa	- PIF, daca nu exista buletin de incercare în fabrica	Descarcatorul va fi retras din exploatare pentru măsurători

		amorseaza. Se aplica pe DRV impulsuri cu amplitudinea din ce in ce mai mare, pina se obtine amorsarea consecutiva a DRV pentru 5 impulsuri la polaritate care prezinta nivel de amorsare mai ridicat.	14.1.	- Dupa reparatii	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
14.4	Verificarea etanseitatii	Incercarea se efectueaza prin realizarea in interiorul DRV a unui vid inaintat cu ajutorul unei instalatii de vidare.	Dupa intreruperea comunicatiei cu instalatia de vidare, presiunea in interiorul DRV nu trebuie sa creasca timp de 2 ore (practic, manometrul nu trebuie sa-si modifice indicatia).		
14.5	Verificarea contorului	Verificarea se executa conform instructiunilor de masurare sub tensiune a curentului de conductie. Dispozitivul utilizat pentru verificare se leaga mai întîi la pământ aval de contor si apoi se incarca si se descarca cu ajutorul unei stangi izolate pe borna contorului. Eclatoarele martor se verifica scoase de sub tensiune si demontate din schema. Inainte de scoaterea de sub tensiune, se leaga la pamint cu un scurtcircuitor bara de conexiune dintre descarcator si eclatorul martor, pina la remontarea acestuia in schema.	Contorul trebuie sa inregistreze toate impulsurile aplicate.	- PIF - Inainte de masurarea sub tensiune a curentului de conductivitate	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		a) Se verifica functionarea numaratorului prin descarcarea pe contor a unui condensator de circa 2μ F încărcat cu inductorul la 2500 V sau folosind dispozitivul de verificare si masurare a contoarelor si descarcatoarelor tip DIVEMCOD. b) La eclatorul martor tip VA : - se citeste numarul de urme; - se curata eclatorul martor cu pasta de lustruit.			

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
B. DESCARCATOARE CU COARNE (DC)					
14.6	Masurarea spatiului disruptiv - d -		Valoarea masurata trebuie sa corespunda valorilor din anexa 14.1.	- PIF - Dupa incidente la PT urmate de deteriorarea trafo avind prilej DA - RT la PTA sau LEA	
C. DESCARCATOARE CU OXID DE ZINC (ZnO)					
14.7	Masurarea valorii de varf a curentului permanent	Masurarea se executa folosind un rezistor neinductiv de cca 100 kohmi si un osciloscop de precizie. Rezistorul se intercaleaza in circuitul de legatura la pamant a descarcatoarelor, iar la bornele lui se inregistreaza alura	Valoarea de varf a curentului permanent trebuie sa se incadreze in domeniul acceptat de fabricant. Daca fabricantul nu a precizat valori limita admise, atunci se considera ca descarcatorul are functionare corecta daca intre doua masuratori consecutive valoarea de varf	Periodic la interval de 1 an sau conform Cartii Tehnice	Majoritatea descarcatoarelor cu ZnO au prevazu-te in constructie dispozi-tive de monitorizare si control.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		curentului permanent.	nu s-a dublat.		
14.8	Masurarea valorii efective a armonicii a 3-a din curentul permanent	Masuratoarea utilizeaza circuitul de masurare descris la pct. 14.7 in care in locul osciloscopului se utilizeaza un Analizor de frecvente (Voltmetru selectiv).	Valorile admise sunt indicate in Cartea Tehnica a descarcatorului; in cazul in care nu exista astfel de informatii descarcatorul se considera bun daca intre doua masuratori consecutive valoarea efectiva a armonicii a 3-a nu a crescut cu mai mult de 5 ori.	Periodic la interval de 1 an sau conform Cartii Tehnice	Daca la masuratorile de la pct.14.7 si 14.8 au rezultat valori care indica defect estte recomandabil ca aceste masuratori sa se repete dupa 1-2 saptama-ni cand temperatura mediului se apropie de cea inregistrata cand s-a facut masuratoarea de referinta.
14.9	Determinarea caracteristicii tensiune-curent	Aceasta determinare se face intr-un laborator specializat	Nu trebuie sa apara modificari majore in alura caracteristicii tensiune-curent	Periodic la inter-val de 5 ani sau in conformitate cu Cartea Tehnica.	

Anexa 14.1

DESCARCATOARE CU COARNE

a) Descarcatoare de medie tensiune

U_n (kV)	Descarcatorul montat la postul de transformare		Descarcatorul montat pe linie sau in celula de linie	
	Tipul $d_1 + d_2$ (cm)*)	Tipul d (cm)**)	Tipul $d_1 + d_2$ (cm)*)	Tipul d (cm)**)
6	1,0 + 1,0	1,0	2,0 + 2,0	2,0
10	1,8 + 1,8	2,0	2,5 + 2,5	3,0
15	2,3 + 2,3	3,0	3,0 + 3,0	4,0
20	3,0 + 3,0	4,0	4,0 + 4,0	5,5
25	4,0 + 4,0	6,5	5,5 + 5,5	8,5
30	5,0 + 5,0	8,0	6,0 + 6,0	11,0

*) Descarcatoare cu coarne cu doua intervale disruptive cu electrod antipasare

**) Descarcatoare cu coarne cu un singur interval disruptiv

b) Descarcatoare de inalta tensiune

U_n (kV)	Tipul descarcatorului	Conditii impuse de linia pe care se monteaza			Marimea intervalului de amorsare (cm)	Tensiunea de amorsare 100 % (kV) la :			
		Tipul intreruptorului	Lungimea (km)	Indice keraunic, ore furtuna/an		impuls 1,2/50 μ s		impuls 250/2500 μ s	
110	DCL-110	IUP-110	< 85	≥ 160	30	276	297	230	300
				≤ 160	38	-	-	-	-
			85-110	-	40	305	337	315	431
		IO-110	-	-	30	276	297	230	300
220	DCL-220	-	-	-	120	821	850	900	900

Anexa 14.2

NUMĂRUL ADMIS DE FUNCTIONARI ANUALE ALE DRV

Nr.crt.	Tipul DRV	Numărul anual de funcționări
1	VA-100	10
2	RVMG-110 M	10
3	RVS-110	(3)
4	XAD-104 (108)	(5)
5	XAF-108	(5)
6	HKF-104	(3)
7	VA-102/10.2	(10)
8	XAE-198 A sau B	10
9	XAD-199	3
10	RVMG-220 M	10
11	HKF_p-199	(3)
12	VA-198/10.3	(10)
13	AVS-180	(3)
14	XAE-360	10
15	XAL-360	10
16	XAL-390	(10)
17	VA-360/10.3	(10)

Dacă se constată depăşirea numărului admis de funcţionări într-un interval de timp mai mic de un an, descărcătorul se va demonta şi se va verifica în laborator.

Numărul prevăzut în paranteze este orientativ, stabilit pe baza statisticii pe cinci ani întocmită de unitățile de exploatare.

Anexa 14.3

DESCARCATOARE CU REZISTENTA VARIABILA

Nr. crt.	Tipul DRV	Valorile admisibile ale curentului de conductivitate					Tensiunea de amorsare la frecventa industriala (kV)	Tensiunea de amorsare 100 % la impuls (kV)	Numarul de elemente compo-nente
		Masurat cu scoaterea de sub tensiune			Masurat sub tensiune				
		Tensiunea de incercare		Limitele curentului de conductivitate (μ A)	Tensiunea de incercare (tensiunea de serviciu pe faza a retelei) (kV)	Limitele curentului de conductivitate (μ A)			
		c.c. (kV)	c.a. (kV)						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	DRVS-6	6	-	400-580	-	-	$\geq$ 16	$\leq$ 30	1
2	DRVS-10	10	-	400-580	-	-	$\geq$ 26	$\leq$ 50	1
3	DRVS-20	20	-	400-580	-	-	$\geq$ 48	$\leq$ 85	1
4	DRVL-7,5	6	-	$\leq$ 50	-	-	$\geq$ 13	$\leq$ 27	1
5	DRVL-12	10	-	300-500	-	-	$\geq$ 25	$\leq$ 43	1
6	DRVL-18	15	-	300-500	-	-	$\geq$ 32	$\leq$ 65	1
7	DRVL-24	20	-	300-500	-	-	$\geq$ 42	$\leq$ 87	1
8	RVS-6	6	-	400-620	-	-	$\geq$ 16	$\leq$ 35	1
9	RVS-10	10	-	400-620	-	-	$\geq$ 25	$\leq$ 50	1
10	RVS-15	16	-	400-620	-	-	$\geq$ 38	$\leq$ 70	1
11	RVS-20	20	-	400-620	-	-	$\geq$ 49	$\leq$ 85	1
12	RVS-30	24	-	400-620	-	-	$\geq$ 50	$\leq$ 100	1
13	RVS-33	32	-	400-620	-	-	$\geq$ 66	$\leq$ 112	1
14	RVS-35	32	-	400-620	-	-	$\geq$ 78	$\leq$ 125	1

15	RVS-110	Se masoara pe elemente.		71	200-250	≥ 200	≤ 285	3x33 sau 4x30

Anexa 14.3 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	RVMG-30	30	-	900-1300	-	-	≥ 59	≤ 85	1
17	RVMG-110	Se masoara pe elemente.			71	600-960	≥ 170	≤ 265	30x30
18	RVMG-220	Se masoara pe elemente.			141	600-960	≥ 340	≤ 515	6x30
19	RVP-6	6	-	≤ 10	-	-	≥ 16	≤ 35	1
20	RVP-10	10	-	≤ 10	-	-	≥ 25	≤ 50	1
21	GZ-25	16,7	-	≤ 2	-	-	≥ 46	≤ 82	1
22	GZa-25	16,7	-	≤ 2	-	-	≥ 40	≤ 85	1
23	GZs-18	-	18	50-425	-	-	≥ 36	≤ 58	1
24	GZs-40	-	40	50-425	-	-	≥ 80	≤ 125	1
25	GZs-97	Se masoara pe elemente.			-	-	≥ 200	≤ 285	1x18+2x40
26	VA-7,2	-	7,2	≤ 50	-	-	≥ 12	≤ 26	1
27	VA-12	-	12	≤ 50	-	-	≥ 20	≤ 40	
28	VA-24	-	24	≤ 50	-	-	≥ 40	≤ 80	1
29	VA-48/10.2	-	48	70-650	-	-	≥ 75	≤ 130	1
30	VA-60/10.2	-	60	70-650	-	-	≥ 95	≤ 160	1
31	VA-72,5/10.2	-	72,5	70-650	-	-	≥ 115	≤ 180	1
32	VA-100/10.2	Se masoara pe elemente.			71	12-100	≥ 160	≤ 270	1x48+1x60

33	VA-96/10.3	-	96	400-1500	-	-	≥ 144	≤ 230	1
34	VA-102/10.3	-	102	400-1500	-	-	≥ 156	≤ 244	1
35	VA-120/10.3	-	120	400-1500	-	-	≥ 180	≤ 288	1
36	VA-198/10.3	Se masoara pe elemente.			141	300-800	≥ 297	≤ 475	1x96+1x102
37	VA-360/10.3	Se masoara pe elemente.			242	300-800	≥ 540	≤ 865	3x120
38	XAE-75	-	75	1000-2200	-	-	≥ 112	≤ 179	1

Anexa 14.3 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	XAE-120	-	120	1000-2200	-	-	≥ 180	≤ 285	1
40	XAE-195 (198)	Se masoara pe elemente.			141	200-500	≥ 260	≤ 450	1x75+1x120
41	XAE-360	Se masoara pe elemente.			242	170-300	≥ 575	≤ 865	3x120
42	XAL-120	-	120	700-2800	-	-	≥ 162	≤ 275	1
43	XAL-360	Se masoara pe elemente.			242	530-380*) 700-1200	≥ 485	≤ 830	3x120
44	XAL-390	-	-	-	242	450-780	≥ 525	≤ 895	3x120
45	XAD-42	-	42	250-1500	-	-	≥ 69	≤ 101	1
46	XAD-57s	-	57	150-300	-	-	≥ 85	≤ 120	1
47	XAD-60	-	60	250-1500	-	-	≥ 96	≤ 156	1
48	XAD-73	-	73	250-1500	-	-	≥ 117	≤ 190	1
49	XAD-104(108)	Se masoara pe elemente.			71	48-120	≥ 170	≤ 260	1x42+1x60
50	XAD-199	Se masoara pe elemente.			141	100-220	≥ 315	≤ 520	1x73+2x60
51	XAD-37s	-	37	200-400	-	-	≥ 59	≤ 100	1
52	XAF-52	-	52	250-1500	-	-	≥ 85	≤ 127	1
53	XAF-58	-	58	250-1500	-	-	≥ 96	≤ 145	1

54	XAF-108	Se masoara pe elemente.			71	47-170	≥ 170	≤ 260	1x52+1x58
55	XCA-6	-	6	≤ 100	-	-	≥ 9,5	≤ 26	1
56	XCA-12	-	12	≤ 100	-	-	≥ 19	≤ 47	1
57	XCA-24	-	24	≤ 100	-	-	≥ 38	≤ 90	1
58	XAA-66s	-	66	≤ 400	-	-	≥ 106	≤ 172	1
59	HKF-104	-	69	≤ 200	71	160-200	≥ 206	≤ 260	1
60	HKFp-199	-	-	-	141	160-250	-	-	-

*) Limitele valabile pentru descarcatoarele cu seria mai mare de 5249000

Partea a 15-a

IZOLATOARE PENTRU TENSIUNI PESTE 1 kV

A. IZOLATOARE CAPĂ-TIJĂ DIN PORȚELAN ŞI TIP TIJĂ

B. IZOLATOARE CAPĂ-TIJĂ DIN STICLĂ CĂLITĂ

C. IZOLATOARE SUPORT

D. TRECERI IZOLATE DE MEDIE TENSIUNE

E. TRECERI IZOLATE TIP CONDENSATOR ÎN IZOLAȚII COMBINATE

Standarde de referință

STAS 6272-82	Izolatoare de porțelan pentru llinii aeriene de energie electrică. Condiții generale
STAS 6390-69	Suporturi izolante pentru instalații electrice. Condiții generale
STAS 6391/1,2-86	Treceri izolate pentru tensiuni alternative peste 1000 V
STAS 6489/1-80	Coordonarea izolației în instalațiile electrice cu tensiuni peste 1 kV. Prescripții
STAS 6669/1,2-86	Încercări la înaltă tensiune. Prescripții generale. Metode de încercare
NID 6690-78	Izolatoare capă-tijă din sticlă călită pentru linii aeriene de energie electrică
NID 8718-80	Izolatoare capă-tijă din sticlă călită pentru linii aeriene de energie electrică ce funcționează în zone cu atmosfera poluată

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
A. IZOLATOARE CAPĂ-TIJĂ DIN PORŢELAN ŞI TIP TIJĂ					
15.1	Verificarea aspectului exterior	Verificarea se execută prin control vizual al izolatoarelor.	Nu trebuie să existe corpuri izolante cu ciobituri, fisuri sau cu urme de arc electric; armăturile metalice nu trebuie să prezinte deformări, fisuri sau pete de rugină; agrafele nedeformate trebuie să fie în poziţia de zăvorâre.	- RC - RK	- Izolatoarele necores-punzătoare se înlocuiesc. - Dacă se evidenţiază un mare număr de izolatoare necorespun-zătoare, se face o analiză specială a stării izolaţiei. - Defectele de glazură se analizează conform prevederilor STAS 6390-89, pct.2.3.
B. IZOLATOARE CAPĂ-TIJĂ DIN STICLĂ CĂLITĂ					
15.2	Verificarea aspectului exterior	Verificarea se efectuează prin con-trolul vizual al izolatoarelor.	Nu trebuie să existe: corpuri izolante sparte, armături metalice deformate, fisurate sau ruginite, agrafe deformate sau care să nu fie în poziţie de zăvorâre.	- Înainte de montaj - PIF - RC - RK	Lanţurile de izolatoa-re incomplete, ca ur-mare a spargerii cor-pului de sticlă, se completează cu izo-latoare de acelaşi tip.
C. IZOLATOARE SUPORT					
15.3	Verificarea aspectului exterior	Verificarea se efectuează prin controlul vizual al izolatoarelor.	Nu trebuie să existe izolatoare cu fisuri, ciobituri, urme de arc electric sau cu armături metalice deformate, fisurate sau cu pete de rugină.	- Înainte de montaj - RC - RK	Idem

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
15.4	Verificarea asamblării corpului izolant cu armătura (rile) metalică (-ce)	Verificarea se efectuează prin controlul manual al jocului dintre armătura metalică şi corpul izolant.	Izolatoarele nu trebuie să prezinte joc axial sau lateral între corpul izolant şi armătură (-rile) metalică (-ce).	- PIF - RC - RK	Idem
D. TRECERI IZOLATE DE MEDIE TENSIUNE					
15.5	Verificarea aspectului exterior	Verificarea se efectuează prin controlul vizual al izolatoarelor.	Nu trebuie să existe izolatoare cu fisuri, ciobituri, urme de arc electric sau cu armături metalice deformate, fisurate sau cu pete de rugină.	- Înainte de montaj - PIF - RC - RK	- Izolatoarele necorespunzătoare se înlocuiesc. - Dacă se evidențiază un mare număr de izolatoare necorespunzătoare, se face o analiză specială a stării izolației.
15.6	Măsurarea rezistenței de izolație	Verificarea se efectuează la trecerile izolate incluse în aparataj; se încearcă conform instrucțiunilor furnizorului.	Conform prevederilor de la punctul E	- Înainte de montaj - PIF - RC - RK	Idem
E. TRECERI IZOLATE TIP CONDENSATOR ÎN IZOLAȚII COMBINATE					
15.7	Încercarea cu tensiune mărită alternativă 50 Hz a trecerilor izolate realizate din izolații combinate hârtie-ulei,	a) Trecerile izolate pentru traversări prin pereți se vor încerca demontate de la bare. b) Trecerile izolate de pe transformator se vor încerca demontate de pe	Nu trebuie să apară străpungeri sau conturnări ale materialelor izolante în aer sau în ulei, precum şi încălzirea sensibilă a părților izolante organice.	La PIF se pot lua în considerație buletinele de fabrică, dar nu mai vechi de un an. Se încearcă ori de	

	hârtie cu răşină etc.	transformator cu partea inferioară cufundată în ulei. Încercarea trecerilor izolate va dura 1 min.	Tensiunile de încercare pentru treceri izolate noi sunt conform STAS 6391 :	câte ori se efectuează reparaţii la înfăşurări într-un atelier de transformatoare.	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			<table><tr><td>U_m (kV)</td><td>123</td><td>145</td><td>170</td><td>205</td><td>245</td><td>420</td></tr><tr><td>$U_{înc}$ (kV)</td><td>185</td><td>230</td><td>275</td><td>325</td><td>395</td><td>630</td></tr></table> Trecerile izolate din exploatare se vor încerca la 0,8 din valoarea de încercare din fabrică sau din tabelul de mai sus.		
15.8	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a trecerilor izolate pentru trafo realizate din izolaţii combinate	Măsurarea se execută cu megohmmetrul de 2500 V, de preferinţă în perioada aprilie-septembrie, dar nu la temperaturi mai mici de +10^{o}C.	Rezultatele măsurătorilor se vor compara cu datele de fabrică; în lipsa acestora: $R_{iz} \geq 2500$ MΩ . Valorile rezistenţei se vor aduce la valoarea corespunzătoare rezistenţei la 20^{o}C cu relaţia : $R_{20} = K_R R_T$. Pentru trecerile izolate prevăzute cu priză de măsură, se va măsura şi valoarea rezistenţei	a) La trecerile izolate prevăzute cu priză de măsură sau montate izolat faţă de cuvă - PIF - Cu ocazia măsurătorilor de izolaţie cu trafo b) La trecerile izolate fără priza de măsură	

			prizei de măsură față de masă, iar pentru cele prevăzute şi cu priză de tensiune, se va măsura şi rezistența de izolație dintre acestea două. Pentru ambele: $R_{iz} \geq 100\ M\Omega$.	- PIF - Înainte de montare pe trafo - RC sau RK la trafo la care se coboară nivelul uleiului în cuva trafo	

$t_o C$	10	15	20	25	30	35	40
K_R	0,67	0,82	1,0	1,25	1,31	1,83	2,45

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
15.9	Măsurarea tgδ şi a capa-cității trecerii izolate realizate din izolații combinate (hârtie-ulei, hârtie cu răşină etc.)	Pierderile dielectrice ale trecerilor izolate se măsoară cu punți MD16, R595, R5026, PSBI-INMB sau similare, la 10 kV. Măsurătorile se efectuează, de preferință, în perioada aprilie-septembrie, dar	Rezultatele măsurătorilor având în vedere tipul constructiv al trecerii izolate nu trebuie să depăşească valorile din tabelul de mai jos. - Valorile măsurate se vor raporta la temperatura de 20_oC folosind relația : $tg\ \delta_{20} = K_d\ tg\ \delta_t$. Valoarea maximă admisibilă a tgδ :		

Tipul constructiv fabricant**)	Tensiunea cea mai ridicată, kV					
	123		145-240		400-500	
	PIF	Expl.	PIF	Expl.	PIF	Expl.
Treceri cu hârtie în ulei	0,8	1,5	0,6	1,2	0,6	1

		nu la temperaturi mai mici de +10$_o$C. Trecerile izolate se măsoară demontate de la bare.	Trecere cu hârtie bachelizată umplu-tă cu mastic (U.R.S.S.; R.S.C.)	*)	2	-	-	-	-			
			Treceri din hârtie cu răşină	*)	1	2,5	*) 1	2,5	0,7	1,5		
			*) La PIF se vor lua în considerare buletinele de fabrică, față de care se admite o creştere de 35 %.									
			**) A se vedea tabelul de la sfârşitul capitolului pentru tipul constructiv şi capacități.									

Tabel (continuare)

0	1	2	3							4	5
			Valorile coeficientului de corecție K_d cu temperatura:								
			Tip con-structiv	8-12	13-17	18-22	23-27	28-32	33-37	38-42	
			Treceri din hârtie ulei	1,2	1,1	1,0	0,92	0,85	0,82	0,8	
			Treceri din hârtie ba-chelizată umplută cu mastic (U.R.S.S.; R.S.C.)	1,2	1,1	1,0	0,93	0,85	-	-	

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>Treceri din hârtie cu răşină 0,67 0,83 1,0 1,15 1,33 1,41 1,50</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>15.10</td><td>Verificarea uleiului din zăvorul hidraulic</td><td>Uleiul care nu corespunde valorilor din coloana 3 se va înlocui. Înlocuirea se va efectua pe timp frumos şi uscat, de preferință în perioda aprilie-septembrie, dar la temperaturi mai mari de 10oC, conform instrucțiunilor fabricantului.</td><td>Valorile caracteristicilor electroizolante pentru uleiul de înlocuire:
<table>
<tr><th rowspan="2">Tensiunea trecerii izolate</th><th colspan="2">Estr kV/cm</th><th colspan="2">tgδ % la:</th></tr>
<tr><th>la valoarea minimă</th><th>20oC</th><th>70oC</th></tr>
<tr><td>110-220 kV</td><td>PIF</td><td>180</td><td>0,4</td><td>3,5</td></tr>
<tr><td>110-220 kV</td><td>Expl.</td><td>150</td><td>2</td><td>7</td></tr>
<tr><td>330-500 kV</td><td>PIF</td><td>200</td><td>0,4</td><td>3,5</td></tr>
<tr><td>330-500 kV</td><td>Expl.</td><td>180</td><td>1,5</td><td>5</td></tr>
</table></td><td>- La PIF
- Anual</td><td></td></tr>
</table>

Partea a 16-a

CONDENSATOARE CU HARTIE IN ULEI

A. CONDENSATOARE DE CUPLAJ

B. CONDENSATOARE PENTRU IMBUNĂTATIREA FACTORULUI DE PUTERE

Standarde de referință

STAS 7083-80	Condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere la instalațiile electrice de curent alternativ. Condiții generale
CEI 70-75	Condensatoare shunt pentru îmbunătățirea factorului de putere

Tabel (continuare)

Nr. crt.	Denumirea probei	Condițiile de execuție a probei	Indicațiile și valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații
0	1	2	3	4	5
			A. CONDENSATOARE DE CUPLAJ		
16.1	Măsurarea rezistenței de izolație	Se măsoară cu megohmmetrul de 2500 V rezistența de izolație dintre armături.	Rezultatele se compară cu datele din buletinele de fabrică. În lipsa acestora, se vor considera valorile de mai jos: Ocazia verificării: PIF; În expl. U_n (kV): 110; 220-400 PIF: 0,5 %; 0,3 % În expl.: 1,0 %; 0,7 %	- PIF - RT, RC, RK	Momentele efectuării probelor de la cap.16 coincid cu periodicitățile de verificare a celulelor de IT.
16.4	Încercarea cu ten-siune mărită 50 Hz	Tensiunea de încercare va fi 0,85 din cea de încercare în fabrică timp de un min.	Nu trebuie să apară străpungeri, conturnări, efluvii. PIF ($M\Omega$): 5000; 5000; 5000 Expl ($M\Omega$): 3000; 3000; 3000	- PIF - RC sau RK	Încercarea nu este obligatorie la condensatoarele sau tronsoanele de condensatoare având $U_n > 110$ kV.
16.2	Măsurarea capacității la: $t = 20^{+10^oC}_{-5^oC}$	Măsurarea se face cu puntea Shering la tensiunea de 10 kV.	Valorile nu trebuie să difere față de valorile din buletin sau catalog. În lipsa acestora, valorile nu trebuie să difere cu mai mult de 10% față de valoarea înscrisă pe etichetă. La refacerea măsurătorilor după proba de la pct.16.4, valorile nu trebuie să difere cu mai mult de 2% față de valorile măsurate anterior probei de tensiune.	- PIF - RT, RC sau RK	Măsurarea se face după proba de la pct.16.4.
			B. CONDENSATOARE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA FACTORULUI DE PUTERE		
16.5	Măsurarea rezistenței de izolație între borne (legate între ele) și carcasă	Se măsoară cu megohmmetrul cu inductor sau teraohmmetrul, având următoarele tensiuni de măsură: Tensiune de condensator (V): Tensiune de măsură (V) ≤ 1000: 1000 Idem pct.16.2	a) Pentru condensatoarele ISOKOND se admit următoarele valori (limită) minime: U_n cond. (kV): PIF R_{iz} ($M\Omega$): Expl. R_{iz} ($M\Omega$) 3,64: 5000: 2500 6,3: 8000: 4000 b) Pentru condensatoarele de MT și JT condensatoarele cu U_n =110 kV și cu mai mult de 2,5% pentru cele cu U_n =220-400 kV.	- PIF - RT, RC sau RK	
16.3	Măsurarea tangentei unghiului de pierderi dielectrice la $t = 20^{+10^oC}_{-5^oC}$	Idem pct.16.2	Valorile nu trebuie să difere față de valorile din buletin sau de cele măsurate la PIF cu mai mult de 5% pentru	- PIF - RT, RC sau RK - PIF	

		> 1000 2500	valorile măsurate se compară cu cele de la PIF, față de care se admite o scădere de 40%.	- RT, RC sau RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
16.6	Măsurarea capacității condensatorului la $t = 20^{+10^oC}_{-5^oC}$	Măsurarea se execută atât la condensatoarele de MT, cât şi la cele de JT cu punți Schering (MD16, R595, R5026, PSBI-INMB), utilizând schema de JT.	Abaterile maxime admise pentru capacitatea condensatorului separat sunt : La PIF: 2% față de valoarea înscrisă în buletinul de fabrică sau de valoarea efectivă înscrisă pe plăcuță În exploatare: 5% față de valoarea de PIF sau de valoarea efectivă înscrisă pe plăcuță		
16.7	Măsurarea tangentei unghiului de pierderi dielectrice la $t = 20^{+10^oC}_{-5^oC}$	Măsurarea se face o dată cu cea menționată la pct.16.6 numai pentru condensatoare de MT cu punți Schering (MD16, R595, R5026, PSBI-INMB), în schema de JT.	Valorile măsurate nu trebuie să depășească valorile de mai jos. Momentul efectuării probei: Valoarea $tg\delta$	- PIF - RT, RC sau RK	

			PIF 0,4 % Expl. 0,8 %		
16.8	Încercarea cu tensiune mărită continuă între armături	Încercarea se execută în conformitate cu instrucțiunile furnizorului. În lipsa acestora, se pot lua în considerație următoarele valori orientative:	Izolația dintre armături trebuie să reziste 10 s de la atingerea ten-siunii de încercare.	- PIF - RK - RC	Proba se execută atât la condensatoarele cu două borne izolate, cât şi la cele cu o bornă legată la carcasă.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Momentul efec-tuării probei: Tensiunea de încercare, în c.c. PIF: 3,2 U_n În expl.: 3,0 U_n Probele se execută cu tensiune progresivă pentru fiecare element în parte.		- Ori de câte ori bateria declanşează prin protecție, iar în interiorul ei se găseşte un element defect.	
16.9	Încercarea izolației cu tensiune alternativă (50 Hz) mărită, față de cuvă	Încercarea condensatoarelor se efectuează conform indicațiilor furnizorului. În lipsă, se pot lua în considerație următoarele valori : Momentul U_m $U_{înc}$	Izolația între bornele legate între ele şi carcasă trebuie să reziste la tensiunea de încercare (50 Hz) 10 s.	- PIF - RC - RK	Proba nu se execută la condensatoarele cu o bornă legată la carcasă.

		efectuării probei	cond. (kV)	(kV)	
		1	2	3	
		PIF	0,66	2,7	
			3,6	9	
			6,3	15,5	
			7,2	18	
			12,0	25	
			17,5	34	
			24,0	45	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Tabel (continuare)			
		1	2	3	
		Exploatare	0,66	2,5	
			3,6	0,5	
			6,3	14,5	
			7,2	17	
			12,0	23,5	
			17,5	37	
			24,0	42	

16.10	Controlul conectării la tensiunea nominală	Bateria complet montată se cuplează la rețea de trei ori consecutiv.	Curenții pe fază nu trebuie să difere între ei cu mai mult de 2 %. În caz contrar, se reechilibrează fazele, redistribuind condensatoarele.	- PIF - De fiecare dată când se efectuează măsurători şi înlocuiri de condensatoare în baterie	
16.11	Verificarea regimului deformant al bateriei	Verificarea se execută cu aparatură specializată şi prin măsurarea curentului efectiv pe fiecare fază.	Reziduul deformant nu trebuie să depăşească valorile admise în normativele în vigoare sau curentul absorbit pe fiecare fază nu trebuie să depăşească 1,1 curentul efectiv calculat. Acesta se calculează cu valoarea efectivă a capacităților pe fază, cu tensiunea efectivă şi cu frecvența rețelei în momentul măsurătorilor: $I = 2\pi f UC$	- PIF, RK, dar nu mai rar de patru ani sau ori de câte ori se racordează noi consumatori	

Partea a 17-a

ECHIPAMENTE PRIMARE PENTRU INSTALATII PANA LA 1 kV

A. ECHIPAMENTE ŞI TABLOURI DE DISTRIBUȚIE DE 0,4 kV

Standarde de referință

CEI 947	Aparataj de joasă tensiune (înlocuieşte STAS 553-80)
STAS 4479-82	Contactore şi ruptoare de joasă tensiune. Condiții tehnice de calitate
STAS 4480-77	Intreruptoare automate de joasă tensiune pentru uz general
PE 016-84	Normativ tehnic de reparații la echipamentele şi instalațiile energetice
3.1.RE-I 191-88	Instrucțiune tehnologică de exploatare a întreruptoarelor automate de joasă tensiune tip USOL
3.RI 175-87	Tehnologie de întreținere, verificare şi reglare în exploatare a întreruptoarelor automate de joasă tensiune tip OROMAX

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
17.1. ÎNTRERUPTOARE AUTOMATE					
17.1.1	Verificarea funcţionării întreruptorului	Se execută un ciclu de 3 anclanşări - declanşări mecanice, respectiv, electrice.	Proba este satisfăcătoare, dacă aparatul nu se blochează; tensiunea minimă de anclanşare este 85% U_n şi tensiunea minimă de declanşare 70% U_n.	- PIF - RC - RK	
17.1.2	Verificarea dispozitivelor de siguranţă împotriva extragerii accidentale sau alte blocaje		Vor corespunde conform proiectului de execuţie.	- PIF - RT - RC	
17.1.3	Verificarea camerelor de stingere şi a contactelor	Vizual	Conform cărţii tehnice; în lipsa acesteia, camerele de stingere să nu prezinte zone carbonizate, depuneri metalice sau plăcuţe topite.	- RT, RC - RK - Deconectare la scurtcircuit	
17.1.4	Verificarea funcţionării declanşatoarelor la tensiune minimă (DTM)		Conform cărţii tehnice; în lipsa acesteia, aparatul deconectează la 0,35 U_n c.a. şi 0,15 U_n c.c. şi se menţine închis la 0,7 U_n.	- PIF - RC - RK	
17.1.5	Verificarea căderilor de tensiune pe contactele principale		Valoarea medie să nu depăşească valoarea din cartea tehnică. Când nu se cunoaşte această valoare, valoarea	- PIF - RT - RK	Facultativ pentru I_n < 200 A

			medie măsurată să nu fie cu mai mult de 50% mai mare decât valoarea măsurată la PIF.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
17.1.6	Măsurarea rezistenței de izolație	Se măsoară cu megohmmetrul timp de 1 min conform tabelului de mai jos:	Tensiunea de încercare se va aplica după cum urmează: - între bornele de intrare şi ieşire ale aceluiaşi pol (aparatele având contactele deschise); - între poli; - între părți sub tensiune şi masă. Rezistența de izolație va trebui să fie cea indicată în norma internă de produs. În cazul în care nu se cunosc valorile, valoarea minimă va fi următoarea:	- PIF - RC - RK	

Tensiunea nominală (V)	Tensiunea de măsură (V)
curent continuu	
24, 48, 60 ...	500
110,220, (250) ...	500
440, 600	1000
800	1000
1200	2500
curent alternativ	
24, 36, 48	500
110, 220	500
380, 660	1000
1000	2500

U_n (V) aparat	Starea aparatului	Valoarea minimă a rez. de izolație (MΩ)
<110	Uscată	2
	Caldă şi umedă	0,25

			110-440 Uscată 6 Caldă şi umedă 0, 5 500-1200 Uscată 10 Caldă şi umedă 1		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
17.1.7	Încercarea izolaţiei cu tensiune alternativă mărită	Valorile tensiunilor de izolare şi ale tensiunilor de încercare a rigidităţii dielectrice sunt : c.a. / c.c. / $U_{înc}$ U_n (V)ap. / U_n (V)ap. / V c.a. 24,36,48 / 24,48,60 / 1000 110-220 / 110-115 / 2000 220-225 380-660 (500) / 440,680 / 2500 - / 800,750 / 3000 1000 / 1200 / 3500	Rigiditatea dielectrică se consideră satisfăcătoare, dacă la aplicarea tensiunilor de încercare timp de un minut nu apar străpungeri prin piese izolante prin aer sau conturnări pe suprafaţa pieselor izolante.	- PIF	Şi după intervenţii asupra izolaţiei
17.1.8	Reglarea şi verificarea declanşatoarelor indicate în proiect	Conform fişei tehnologice	Conform proiectului şi instrucţiunilor de reglaj	- PIF - RC - RT	

				- RK	
17.2. CONTACTOARE					
17.2.1	Verificarea funcționării corecte a echipajului mobil	Acționare manuală şi electrică	Să nu existe frecări, vibrații.	- RT	Proba electrică se face la U=0,85 U_n c.a.
17.2.2	Verificarea integrității camerelor de stingere şi a contactelor	Vizual	Conform cărții tehnice. În lipsa acesteia, camerele de stingere să nu prezinte zone carbonizate sau plăcuțe topite.	- RC - RT - RK	
17.2.3	Verificarea căderii de tensiune pe contacte	Aparatul în poziție de funcționare. Măsurările se fac la I_n sau cel puțin la 10 % I_n.	Valoarea medie să nu depăşească valoarea din cartea tehnică. Când nu se cunoaşte aceasta, valoarea	- PIF - RT - RK	Facultativ pentru I_n<200 A.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			medie măsurată să nu fie cu mai mult de 50 % peste valoarea măsurată la PIF.		
17.2.4	Verificarea funcționării la tensiunea minimă de alimentare	Se execută cinci acționări pentru fiecare operație de anclanşare şi declanşare.	Conform cărții tehnice; în lipsa acesteia, se consideră satisfăcătoare acționarea dispozitivelor la tensiune minimă de 85 % U_n la anclanşare şi 70 % U_n la declanşare.	- PIF - RC	
17.2.5	Măsurarea rezistenței de izolație	Conform pct.17.1.6	Conform pct.17.1.6	- PIF - RC	

				- RT	
17.2.6	Încercarea cu tensiune mărită	Conform pct.17.1.7	Conform pct. 17.1.7	- PIF	
17.3. RELEE TERMICE					
17.3.1	Verificarea reglării releului termic la valoarea din proiect	Conform fişei tehnologice	Releul trebuie să se încadreze în clasa de precizie prevăzută de furnizor.	- PIF - RC - RK	
17.3.2	Măsurarea rezistenței de izolație	Cu megohmmetrul timp de un minut la 1000 V c.c.	Valoarea minimă a rezistenței între faze > 10 MΩ .	- PIF - RC - RK - RT	
17.3.3	Încercarea cu tensiune mărită	Se încearcă cu 2000 V c.a.	La aplicarea tensiunii timp de un minut nu apar străpungeri, conturnă-ri pe suprafața aparatului.	- PIF	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
17.4. SIGURANȚE FUZIBILE					
17.4.1	Verificarea continui-tății fuzibilului	Se execută cu un aparat destinat verificării continuității electrice.	Proba se consideră satisfăcătoare dacă s-a constatat continuitatea fuzibilului.	- PIF - Înlocuiri cu ocazia RT a instalațiilor protejate	
17.4.2	Măsurarea rezistenței	Se face împreună cu circuitul afe-rent,	Conform pct. 17.5.4	- PIF	

	de izolație a soclului	pct.17.5.4.		- RK	
17.4.3	Verificarea rigidității dielectrice a soclului	Se face împreună cu circuitul aferent, conform pct.17.5.5.	Conform pct.17.5.5.	- PIF - RK	
			17.5. TABLOURI ŞI PANOURI DE DISTRIBUȚIE		
17.5.1	Verificarea aparatelor din componența echipamentului	Se execută conform prevederilor specifice fiecărui tip de aparat.		- PIF - RC - Modificări în instalații şi la periodicitățile specificate în celelalte capitole	
17.5.2	Verificarea realizării corecte, conform proiectului circuitelor secundare	Prin identificarea individuală a circuitelor	Să corespundă schemelor de principiu şi schemelor desfăşurate din proiect.	- PIF - Modificări în instalații	
17.5.3	Verificarea corespondenței fazelor circuitelor primare cu cele secundare ale instalației	Prin identificarea individuală a circuitelor (se va ține cont şi de grupa de conexiuni)	Conform proiectului	- PIF - Modificări în instalații	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
17.5.4	Măsurarea rezistenței de izolație a circuitelor primare şi a barelor	Măsurarea se execută conform tabelului de la pct.17.1.6. Pe timpul probei, aparatele vor fi deconectate.	Conform tabelului de la pct.17.1.6.	- PIF, RC - RT	Nu mai rar de cinci ani

	colectoare				
17.5.5	Încercarea cu tensiune mărită a circuitelor primare şi a barelor colectoare	Încercarea se execută conform tabelului de la pct.17.1.7.	Rigiditatea dielectrică se consideră satisfăcătoare dacă la aplicarea tensiunilor de încercare timp de un minut nu apar străpungeri prin piese izolante prin aer sau conturnări pe suprafața pieselor izolante.	- PIF - Reparații	
17.5.6	Măsurarea rezistenței de izolație a tuturor aparatelor şi circuitelor secundare	Se măsoară cu megohmmetrul de 500 V c.c. - circuit şi aparataj ce funcționează la < 380 V c.a. Se vor deconecta aparatele care au tensiunea de încercare inferioară celei utilizate.	Rezistența de izolație să fie : > 6 MΩ pentru fiecare circuit; < 2 MΩ pe ansamblu circuite legate galvanic.	- PIF - Modificări în instalații	
17.5.7	Încercarea cu tensiune mărită a izolației circuitelor secundare	Cu megohmmetrul de 2500 V sau cu tensiune de 2 kV c.a. timp de un minut se vor deconecta din circuite aparatele care au tensiunea de încercare inferioară celei utilizate.	Nu trebuie să apară străpungeri prin piesele izolante şi conturnări pe suprafața pieselor izolante.	- PIF - Modificări în instalații	
17.5.8	Verificarea conexiunilor		Conexiunile să nu fie slăbite.	- PIF - RC - RT - Modificări în instalații	
17.5.9	Probe funcționale: - comandă - protecție - semnalizare - blocaje	Fără tensiune pe bare	Se controlează acționarea corectă.	- PIF	

Partea a 18-a

INSTALAȚII DE COMANDĂ-CONTROL

Standarde şi norme de referință

STAS 12027/1...8	Rețele electrice
STAS 553/1...4	Aparate de comutație până la 1000 V c.a.; 1200 V c.c. şi până la 3500 A c.a. şi c.c.

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
18.1	Verificarea corespondenţei dintre datele aparatajului de protecţie automatizări şi auxiliar instalat şi datele respective din proiect	Verificarea se face vizual.	Datele nominale (curent, tensiune, frecvenţă, curent operativ etc.) trebuie să corespundă cu datele instalaţiei primare. Domeniile de funcţionare trebuie să corespundă cu datele din proiect.	- PIF - RK	
18.2	Verificarea corespondenţei dintre tipurile şi secţiunile cablurilor instalate utilizate pentru circuitele secundare şi prevederile din proiect	Verificarea se face vizual	Datele cablelor pozate în instalaţie trebuie să corespundă şi să fie marcate conform datelor din proiect.	- PIF - RK	
18.2.1	Verificarea corectitudinii conexiunilor	Verificarea se face prin identificare individuală.	Conexiunile dintre elementele instalaţiei trebuie să fie executate conform proiectului.	- PIF - RK	
18.3	Verificarea marcajelor dulapurilor şi panourilor cu relee de protecţie şi de automatizare a aparatelor de protecţie, de automatizare şi a aparatajului aferent	Verificarea se face vizual.	Dulapurile, panourile, aparatajul de protecţie, de automatizare şi aparatajul aferent trebuie să fie marcate corect şi vizibil.	- PIF - RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
18.4	Verificarea concor-danței între circuitele primare şi secundare ale instalației	Se vor verifica schemele de conectare a trafo de curent (stea-triunghi, filtru homopolar) şi ale trafo de tensiune (stea-triunghi deschis). Se va ține seama de verificările efectuate la trafo (polaritate, raport de transformare curbe VA etc.). Se va urmări compatibilitatea între caracteristicile secundarului trafo şi echipamentul extern (măsură sau protecție).	Conform proiectului de execuție	- PIF - Modificări în instalații - RT, RC, RK la echipamentele electrice de bază - RC, RK la echipa-mentele termomecanice şi hidromecanice	
18.5	Măsurarea rezistenței de izolație a tuturor aparatelor şi circuitelor secundare	Se măsoară cu megohmmetrul de 1000 V şi se vor deconecta aparatele şi circuitele care au tensiunea de încercare inferioară celei utilizate.	Rezistența minimă de izolație este : - 2 MΩ pentru fiecare circuit; - 0,5 MΩ pe ansamblul de circuite legate galvanic. Proba se repetă la încheierea verificărilor din acest capitol.	- PIF - Modificări în instalații - Funcționare incorectă a aparatului - RT, RC la echipa-mentele electrice de bază - RK la echipamentele termomecanice şi hidromecanice de bază (numai circuitele de alimentare cu tensiune)	

18.6	Încercarea cu tensiune mărită a izolației circuitelor secundare	Încercarea se execută cu tensiune alternativă de 2,5 kV, 50 Hz sau cu megohmmetrul de 2500 V. Durata încercării va fi de un minut.	Nu trebuie să apară străpungeri prin piesele izolante şi prin aer, conturnări sau efluvii pe suprafața pieselor izolante.	- PIF - Modificări şi reparații în instalațiile de circuite secundare	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		Se vor deconecta aparatele şi circuitele care au tensiune de încercare inferioară celei utilizate.			
18.7	Verificarea funcționării corecte a caracteristicilor şi reglarea releelor (cu elemente de măsură sau reglabile)	Verificările se efectuează conform instrucțiunilor de fabrică şi a instrucțiunilor de încercări şi măsurători pe tip de releu prevăzute în PE 116-2/92.	Rezultatele obținute trebuie să corespundă cu cele date de fabrică şi cu abaterile admisibile specificate în cărțile tehnice. Reglajele trebuie să corespundă proiectului sau cu cele impuse de exploatare.	- PIF - Modificări în instalații după o funcționare incorectă a releului respectiv - RT, RC, RK la echipamentele electrice de bază - RC, RK la echipamentele termomecanice şi hidromecanice de bază (numai circuitele cu alimentare cu tensiune)	
18.8	Verificarea valorilor	Control vizual prin citire	Valorile nominale ale curenților fuzibi-	- PIF	

	siguranțelor sau a curentului de acționare a întreruptoarelor automate din circuitele secundare de c.c. sau c.a.		lelor sau întreruptoarelor automate trebuie să corespundă celor prevăzute în proiect.	- RT - Modificări în instalații - Întreținere curentă planificată	
18.9	Verificare cu tensiune şi curent a circuitelor de curent şi tensiune (măsură, protecție,	Verificarea se execută după montajul definitiv al circuitelor secundare şi al aparatelor conectate şi verificate.	Se verifică : a) Circuitele de c.a. Verificarea se face prin injectarea de curent monofazat la clemele delimi-		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	automatizări) şi măsurarea sarcinilor secundare		tatoare, înserierea sursei şi şuntarea secundarului la bornele trafo de curent. Se urmăreşte înserierea corectă a înfăşurărilor de curent ale diferitelor protecții alimentate de la acelaşi trafo de curent. Se măsoară sarcina secundară la curent nominal. b) Circuitele de tensiune alternativă Se urmăreşte prezența tensiunii injectate la bornele protecțiilor aparatelor de măsură şi	- PIF - RK - RC - Modificări în instalații - Înlocuiri de echipamente	

			înregistratoarelor. Se verifică calibrarea corectă şi buna funcţionare a întreruptoarelor automate din circuitele de tensiune c.a. Se măsoară sarcina secundară la tensiune nominală. Trebuie să se constate corespondenţa cu proiectul.		
18.10	Verificarea circuitelor operative	Verificarea se execută după montajul definitiv al circuitelor secundare şi al aparatajelor.	a) Circuitele de curent operativ Se controlează valoarea şi polaritatea alimentării cu tensiune c.c. la clemele de intrare ale fiecărei protecţii.	- PIF - RK - Modificări în instalaţii	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			Se verifică prezenţa şi buna calibrare a siguranţelor şi cea a întreruptoarelor automate în circuitele de alimentare. Se controlează existenţa şi valoarea corectă a rezistenţelor exterioare din circuitele de alimentare ale		

			protecţiilor (când este cazul, de exemplu, la 220 V c.c.). Se verifică funcţionarea convertoarelor c.a./c.c. şi se măsoară consumul la ieşirea acestora. Trebuie să existe concordanţă cu proiectul. b) Se verifică interacţiunea protecţiilor constituite din relee distincte. Pentru aceasta se provoacă acţionarea releelor de măsură prin alimentarea acestora cu mărimile specifice la valorile de acţionare (se admite şi provocarea acţio-nării din buletinele de test) şi se urmăreşte funcţionarea părţii logice a protecţiei în ansamblu. Funcţionarea combinată a releelor componente ale aceleiaşi	- PIF - RK - RC - RT - Modificări în instalaţii - Înlocuiri de echipamente	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			protecţii trebuie să se desfăşoare conform schemei logice a protecţiei verificate. c) Se verifică funcţionarea inter-	- PIF	

			blocajelor şi interacţiunilor dintre diferitele protecţii. d) Verificările ce se efectuează la valorile tensiunii operative c.c.: 0,8 $U_{nom.}$; $U_{nom.}$; 1,1 $U_{nom.}$ respectiv. Trebuie să se constate funcţionarea corectă a protecţiei, efectuarea comenzii (comenzilor) de declanşare. e) Se verifică instalaţiile de supraveghere a circuitelor de declanşare. Instalaţiile de supraveghere trebuie să funcţioneze conform schemei de principiu : 0,8 $U_{nom.}$; $U_{nom.}$; 1,1 $U_{nom.}$ respectiv. f) Se verifică instalaţiile specifice sistemului modular de protecţie, supravegherile, posibilităţile de a trece în poziţiile de test o parte a protecţiilor, celelalte rămânând în poziţia operaţională, facilităţile de testare cu dispozitive auxiliare.	- RK - RC - Modificări în instalaţii - Înlocuiri de echipamente - PIF - RT - Modificări în instalaţii - PIF - RK - RT - Modificări în instalaţii - Schimbări echipamente protecţie şi automatizare	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5

			Instalaţiile şi facilităţile sistemului trebuie să funcţioneze conform schemei declarate de fabrica producătoare. Trebuie să se constate conformitatea cu proiectul.		
18.11	Măsurarea sarcinii secundare a trafo de curent şi tensiune	Idem pct.18.9. Măsurarea se face prin metoda V-A.	Sarcina secundară măsurată nu trebuie să o depăşească pe cea nominală a trafo de măsură.	- PIF - Modificări în instalaţii	
18.12	Probe funcţionale	- **La punere în funcţiune**, conform unui program aprobat de comisia PIF - **În exploatare**, conform instrucţiunilor tehnice interne - Se va ţine cont de încercările şi măsurătorile pe tip de echipament, prevăzute în PE 116-2/92.	Se controlează: - acţionarea corectă a comenzilor, blocajelor, semnalizărilor, protecţiilor şi automatizărilor; - fixarea reglajelor; - interacţiunea elementelor de protecţie asupra dispozitivelor de acţionare şi semnalizărilor respective; - indicaţiile instrumentelor de măsură şi sincronizare (inclusiv diagramele vectoriale pentru măsură şi protecţie); - funcţionarea corectă a insta-laţiilor anexă;	- PIF - Modificări în instalaţii - Funcţionări incorecte - RT, RC, RK la echipamentele electrice de bază - RC, RK la echipamentele termomecanice şi hidromecanice de bază	

			- verificarea pe viu a protecţiilor (prin ITI se vor preciza şi justifica		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			verificările care nu pot fi făcute pe viu, precizându-se însă modul de verificare a protecţiilor respective); - oscilografierea diferitelor mărimi (stingerea câmpului, curenţi de autopornire, curent de dezechilibru etc.), dacă sunt cuprinse în programele din col.2.		

Partea a 19-a

BATERII DE ACUMULATOARE

Standarde şi norme de referinţă

STAS 164-75 (M-SR 5/83)	Acid sulfuric pentru acumulatoare
STAS 445/1-75	Acumulatoare acide cu plumb cu plăci pozitive de mare suprafaţă. Condiţii tehnice generale de calitate
PE 112/83	Normativ pentru proiectarea instalaţiilor de curent continuu din centrale şi staţii electrice
PE 114/83	Regulament de exploatare tehnică a surselor de curent continuu

Tabel (continuare)

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
19.5	Măsurarea tensiunii la bornele elementelor	Se va măsura cu voltmetrul de 0,5 cu scala 0-3 V.	Tensiunea nominală pe element se consideră 2 V.	- PIF,RT,RC,RK - Modificări în instalaţii	
19.1	Măsurarea rezistenţei de izolaţie a bateriei de acumulatoare formate (cu electrolit), precum şi a barelor de curent continuu din camera acumulatoarelor	Se măsoară cu megohmmetrul, conform tabelului următor : Tensiunea bateriei (V) / Tensiunea megohmmetrelor (V) / Rezistenţa de izolaţie (MΩ) < 110 / 500 / 0,5 ≥ 110 / 1000 / 1,0	Valorile minime orientative pentru rezistenţa de izolaţie a fiecărui pol: Valorile măsurate vor fi cele din PE 112, în funcţie de regimul de funcţionare a bateriei.		
19.6	Controlul nivelului electrolitului	Control vizual La bateriile PAS 6S270 se face la minimum 20% din numărul elementelor şi se controlează cu un tub de sticlă cu ϕ 5 mm şi L≅ 30 cm.	Nivelul trebuie să corespundă indicaţiilor producătorului. În lipsa acestora, nivelul normal de funcţionare se consideră 15-20 mm deasupra separatoarelor dintre plăci.	- O dată în 24 ore, în staţii cu personal permanent - O dată pe lună, în staţii fără personal permanent	
19.2	Încercarea izolaţiei barelor de curent continuu, cu tensiune mărită (exclusiv de-rivaţiile spre consumator)	Se execută numai pentru instalaţii cu tensiune de 110 V. La bateriile de tip PAS 6S270 nu se face. - tensiune mărită alternativă 2 kV-50 Hz – 1 min; - megohmmetrul de 2500 V – 1 min.	Nu trebuie să apară străpungeri, efluvii.	- PIF - RT - RC	
19.7	Controlul nivelului densităţii, cu densimetrul, a electrolitului	Control vizual Se face la cel puţin 5% din numărul elementelor unei baterii (sau minimum trei elemente la bateriile cu U_n sub 220 V).	Nivelul trebuie să corespundă indicaţiilor producătorului.	- Modificări în instalaţii - RC	
19.8	Analiza chimică a electrolitului	Analiza se face la cel puţin 5% din numărul elementelor unei baterii (sau minimum trei elemente la bateriile cu U_n sub 220 V).	Trebuie să corespundă compoziţiei chimice indicate de fabrică.	- Înainte de umplerea vaselor, când nu există buletin de la furnizor - RC, RK - după RT	
19.3	Verificarea capacităţii bateriei	Se face conform STAS 445.	Valorile obţinute trebuie să co-respundă cu datele indicate de furnizor.	- La formare - Anual, conform PE 114	
19.4	Verificarea densităţii temperaturii şi a purităţii electrolitului	Se face conform instrucţiunilor producătorului.	Valorile obţinute trebuie să corespundă cu datele indicate de furnizor. Valori orientative în regim de funcţionare: Densitatea electrolitului: 1,20 g/cm$_3$. Temperatura electrolitului: 20-25$_o$C.	- La încărcare-descărcare care - PIF - La descărcarea bateriei - O dată pe lună	Dacă furnizorul nu precizează altă periodicitate
19.9	Verificarea elemente-	Conform instrucţiunilor fabricilor			

	lor redresoare	furnizoare		- RT - RK - RC	

Partea a 20-a

INSTALAȚII DE LEGARE LA PĂMÂNT

Standarde şi norme de referință

STAS 12604/4-89	Protecția împotriva electrocutărilor. Instalații electrice fixe. Prescripții
STAS 12604/5-90	Protecția împotriva electrocutărilor. Instalații electrice fixe. Prescripții de proiectare, execuție şi verificare
STAS 2612-87	Protecția împotriva electrocutărilor. Limite admisibile
STAS 8275-87	Protecția împotriva electrocutărilor. Terminologie
1 RE-Ip 30-90	Îndrumar de proiectare şi execuție a instalațiilor de legare la pământ
3 RE-I 23-90	Instrucțiuni de exploatare şi întreținere a instalațiilor de legare la pământ
1 RE-Ip 35/2-92	Îndreptar de proiectare pentru rețelele de MT cu neutrul tratat prin rezistență. Instalații de legare la pământ pentru linii aeriene, cabluri subterane, stații şi posturi de transformare

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiţiile de execuţie a probei	Indicaţiile şi valorile probei	Momentul efectuării probei	Observaţii
0	1	2	3	4	5
20.1	Măsurarea rezistenţei de dispersie	Metoda voltmetrului şi ampermetrului sau cu aparate speciale Verificarea va fi efectuată numai de către personal instruit pentru astfel de măsurări. Valoarea măsurată se înmulţeşte cu ψ determinat, conform STAS 12604/5-90 sau 1 RE-Ip 30-90, în funcţie de starea de umiditate a solului în timpul măsurării.	Rezultatele măsurării trebuie să corespundă cu valorile specifice fiecărui tip de instalaţie (echipament), conform documentaţiei de proiectare sau prevederilor din prescripţiile în vigoare (reglementările de referinţă menţionate).	- PIF - După modificări sau reparaţii ale instalaţiilor de legare la pământ - Dacă există indicii cu privire la deteriorări în instalaţia de legare la pământ (descărcări în sol, deteriorări datorate STA) Periodic : A. Instalaţii de înaltă tensiune: centrale, staţii, stâlpi LEA, PT, PA: o dată la 5 ani. B. Instalaţii de joasă tensiune, cu excepţia stâlpilor , o dată la 2 ani, iar în exploatările subterane, de două ori pe an pentru cele locale şi o dată pe an pentru reţeaua generală. La stâlpii LEA de JT - o dată la 5 ani. La instalaţiile folosite în comun pentru IT şi JT, o dată la 5 ani. În mediile foarte periculoase - o dată pe an	
20.2	Verificarea gradului de corodare a instalaţiilor de legare la pământ	Se execută prin dezgropare în porţiunea de intrare în sol a legăturilor la priză pe o adâncime de 0,3-0,7 m la priza de pământ (artificială sau naturală).	Verificarea se face : - la stâlpii LEA cu aparataj, PT şi PA, prin sondaj la 2 % din numărul acestora din linia respectivă; - la centrale şi staţii la circa 2 % din numărul de legături la priza de pământ ; - la stâlpii LEA fără aparataj din zone cu circula-	- După 10 ani de la îngropare şi ulterior cel puţin o dată la 5 ani Pentru prizele din sol cu coroziune puternică (pH<6), periodicitatea se stabileşte prin ITI.	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
			ție frecventă din localități, prin sondaj la circa 2% din numărul acestora din localitatea respectivă. Se consideră corodare reducerea grosimii cu 1/3 din valoarea inițială. Dacă se constată o corodare mai accentuată, se înlocuiesc electrozii corodați ai prizelor şi legăturile la acestea.		
20.3	Verificarea continuității legăturilor de ramificație la instalația de legare la pământ	Se face verificarea individuală în curent alternativ a continuității ramificației la instalația de legare la pământ. Valoarea minimă a curentului va fi de 50 A.	Diferențele dintre valorile Z ale impedanțelor măsurate la diferite ramificații nu trebuie să fie mai mari de ± 10%. Impedanța legăturii de ramificație trebuie să fie $Z \leq 0,1$ Rp (rezistența de dispersie echivalentă a instalației de legare la pământ).	- PIF - Modificări ale instalației de legare la pământ - Înlocuirea echipamentului - Periodic, o dată la 5 ani	Verificarea legăturii se efectuează între elementul protejat şi conductorul principal de legare la pământ, inclusiv îmbinarea prin înşurubare (dacă există).
20.4	Măsurarea rezistivității solului	Se utilizează metoda celor 4 electrozi sau a electrodului de control. Se va determina rezistivitatea de calcul în funcție de coeficientul ψ de multiplicare, în funcție de starea de umiditate a solului de măsurare.	- Se verifică valorile rezistențelor de dispersie şi condițiile de stabilitate termică a prizei de pământ.	- PIF, dacă nu s-a măsurat în faza de proiectare - Deteriorări ale instalației de legare la pământ	Rezultatele măsurării se interpretează conform indicațiilor din 3.RE-I 23/90.
20.5	Măsurarea	Se determină distribuția potenția-	Valorile trebuie să se încadreze în pre-	- PIF	

	tensiunilor de atingere şi de pas	lului, coeficienţii de atingere, de pas (k_a ; k_{pas}) şi a celor de amplasament (α_a şi α_{pas}) la instalaţiile de legare la pământ	vederile documentaţiei de proiectare sau prevederile din prescripţiile în vigoare (reglementările de referinţă menţionate). Nu se execută măsurări la instalaţiile de	- Modificări în instalaţiile de legare la pământ - Periodic, o dată la 5 ani	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
		din : - centrale şi staţii electrice şi incinte industriale sau agricole; - stâlpi cu aparataj; - stâlpi fără aparataj din incinte industriale sau agricole şi din zone cu circulaţie frecventă din localităţi. Se va simula omul cu o rezistenţă Rh = 3000 Ω , iar tălpile acestuia – cu două discuri metalice, având un diametru ϕ = 160 mm şi o apăsare de 40 daN (kgf) pe fiecare. Măsurarea va fi efectuată de personal instruit pentru astfel de determinări. Se vor respecta prevederile din RE-Ip 30-90.	legare la pământ la care tensiunea totală $U_p = R_p \times I_p$, determinată din R_p măsurat şi I_p de calcul, este mai mică decât valorile admise pentru tensiunile de atingere şi de pas.		

20.6	Verificarea transmiterii tensiunilor periculoase prin obiecte metalice lungi	Se face măsurarea tensiunilor de atingere şi de pas în zona obiectelor de acest tip ce ies de pe teritoriul staţiilor şi centralelor electrice conform pct. 20.5	Valorile trebuie să se încadreze în prevederile documentaţiei de proiectare sau în prevederile din prescripţiile în vigoare (reglementările de referinţă), conform pct. 20.5.	- PIF - Noi construcţii ce conţin obiecte metalice lungi	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
20.7	Măsurarea rezistenţei de dispersie rezultante a conductorului de nul împreună cu prizele de pământ legate de acesta	A se vedea pct. 20.1	A se vedea pct. 20.1 În cazul reţelelor de JT influenţate de reţelele de IT, valorile rezistenţelor de dispersie se determină în funcţie de tipul reţelei de IT care poate influenţa reţeaua de JT (prin cuplaj rezistiv, inductiv sau prin deteriorări ale izolaţiei).	- PIF - Modificări în linia de JT sau în reţeaua de IT care constituie sursa de influenţă	În cazul în care tensiunea pe conductoarele de nul depăşeşte valoarea de 0,5 V, măsurarea se va efectua numai cu scoaterea de sub tensiune a reţelei de JT.
20.8	Verificarea izolaţiei între conductorul de nul şi confecţiile metalice	Se măsoară cu megohmmetrul de 2500 V la PT cu prize separate PT-Nul. Conductoarele LEA JT, inclusiv nulul, se deconectează de la reţea şi de la aparatele din cutia	$R_{iz} \geq 5$ MΩ	- PIF - Modificări sau reparaţii în PT	Proba se execută numai la posturi IT/JT, la care priza nulului de JT este separată de priza de

	de JT legate la priza de IT a PT	postului.			IT a postului la care se leagă confecțiile metalice ale PT.

Partea a 21-a

21. ULEIURI MINERALE ELECTROIZOLANTE ŞI DE ACŢIONARE

Standarde şi norme de referinţă

STAS 23-75	Produse petroliere. Determinarea indicelui de neutralizare
STAS 33-84	Ţiţei, produse petroliere lichide şi aditivi. Determinarea conţinutului de substanţe insolubile în solvenţi organici
STAS 33-81	Ţiţei şi produse petroliere lichide, semisolide şi solide. Determinarea densităţii
STAS 39-80	Produse petraliere lichide. Determinarea punctului de congelare
STAS 41-78	Ţiţei şi produse petroliere. Prelevarea probelor
STAS 117-86	Produse petroliere lichide. Determinarea viscozităţii
STAS 286-81	Uleiuri minerale electroizolante. Determinarea rigidităţii dielectrice
STAS 811-83	Uleiuri electroizolante. Ulei neaditivat pentru transformatoare şi întreruptoare electrice
STAS 5488-80	Produse petroliere. Determinarea punctului de inflamabilitate cu aparatul Pensky-Martens
STAS 5489-80	Produse petroliere. Determinarea punctului de inflamabilitate cu aparatul de creuzet deschis (Marcusson)
STAS 6799-81	Uleiuri electroizolante. Determinarea permitivităţii şi a tangentei unghiului de pierderi dielectrice
STAS 7041-70	Produse chimice şi petroliere. Determinarea apei prin metoda Karl-Fisher
STAS 8930-71	Uleiuri minerale. Determinarea stabilităţii la oxidare cu bomba rotativă
STAS 9654-74	Uleiuri minerale. Determinarea tensiunii interfaciale faţă de apă
STAS 10130-75	Uleiuri electroizolante. Ulei ET 10
STAS 10632-76	Uleiuri lubrifiante uzate. Determinarea conţinutului de substanţe insolubile în solvenţi organici
STAS 11605-81	Uleiuri minerale electroizolante. Determinarea compatibilităţii
STAS 11606-81	Uleiuri minerale electroizolante. Identificarea sulfului corosiv pe lamela de argint
STAS 11426-89	Transformatoare de putere cu ulei. Luarea probelor de gaze şi ulei pentru analiza gazelor libere şi dizolvate a conţinutului de apă
PE 129/1991	Regulament de exploatare tehnică a uleiurilor electroizolante
PE 206-81	Instrucţiuni de proiectare şi execuţie a gospodăriilor de ulei din centralele electrice
C/G.-I 30-81	Instrucţiuni pentru dotarea laboratoarelor de analiză a uleiurilor
3.1.E-I 98-82	Instrucţiuni pentru urmărirea transformatoarelor de mare putere din exploatare, prin analiza gazelor dizolvate în ulei elec-troizolant
SF-ASTRA ROMÂNĂ-2 PV nr.435/2.12.1993	Uleiuri minerale electroizolante aditivate Tr 25 A

Nr. crt.	Denumirea probei (caracteristicii)	Condiții de execuție a probei (metoda de analiză)	Indicațiile şi valorile de control					Momentul efectuării probelor	Observații
0	1	2	3					4	5
A. ULEIURI MINERALE ELECTROIZOLANTE									
21.1	Aspect	vizual	- ulei nou	- conform specificațiilor				CC AR AC	- În cazul în care uleiul nou nu corespunde condițiilor de calitate, se va recondiționa fizic. - În cazul în care uleiul prezintă opalescență, se va supune AR, după care se va lua hotărârea corespunzătoare.
			- ulei nou recondiționat fizic	- limpede					
			- ulei din exploatare	- limpede					
21.2	Impurități mecanice	vizual	- ulei nou	- lipsă				CC AR AC	- Se referă şi la cărbune în suspensie. - În cazul în care uleiul prezintă o tentă fumurie sau prezintă suspensii, va fi supus AR, după care se va lua decizia corespunzătoare.
			- ulei nou recondiționat fizic	- lipsă					
			- ulei din exploatare	- lipsă					
21.3	Rigiditatea dielectrică	STAS 286	a) Transformatoare de putere					CC	Încercarea se execută la toate transformatoarele de putere de 6-400 kV, în condițiile prevăzute la pct.5.1. La transformatoarele etanşe, de fabricație străină, încercarea se execută o dată la şase ani.
				Tensiunea nominală, kV					
				6-35	60-110	220	400		
				kV/cm	kV/cm	kV/cm	kV/cm		
			- ulei nou	Conform specificațiilor					
			- ulei nou recondiționat fizic	min. 180	min. 220	min. 220	min. 240		

Tabel (continuare)

<table>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td>- ulei la 72 ore de la umplere</td><td>min. 160</td><td>min. 200</td><td>min. 220</td><td>min. 240</td></tr>
<tr><td>- ulei din exploatare</td><td>min. 120</td><td>min. 160</td><td>min. 180</td><td>min. 200</td></tr>
<tr><td colspan="5">- Uleiul din ruptorul comutatorului de reglaj sub sarcină va corespunde valorii indicate de furnizor, şi anume: 125kV/cm pentru trafo de 110 kV, respectiv 150 kV/cm pentru trafo de 220 kV şi 400 kV.</td></tr>
</table>
</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td colspan="4">b) Transformatoare de măsură</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="3">Tensiunea nominală, kV</td></tr>
<tr><td>6-35 kV/cm</td><td>60-110 kV/cm</td><td>220-400 kV/cm</td></tr>
<tr><td>- ulei nou</td><td colspan="3">conform specificațiilor</td></tr>
<tr><td>- ulei nou recondiționat fizic</td><td>min. 180</td><td>min. 220*)</td><td>min. 240*)</td></tr>
</table>
</td><td>CC
PAR
AC</td><td>- Încercarea se execută obligatoriu numai la transformatoarele de măsură de 110-400 kV, în condițiile prevăzute la pct.7.1. şi 8.1.
- Pentru transformatoarele de 6-400 kV încercarea este</td></tr>
</table>

			- ulei după umplere (numai în cazul unei reparații sau recon-diționări a transfor-matorului)	min. 180	min. 200*)	min. 200*)		facultativă. *) Valorile de control indicate se referă şi la partea inductivă a transformatoarelor capacitive de 110-400 kV.
			- ulei la PIF	min. 140	min. 160*)	min. 180*)		
			- ulei din exploatare	min. 120	min. 140*)	min. 160*)		

Tabel (continuare)

0	1	2	3			4	5
			c) Întreruptoare			CC	*) La întreruptoarele IO 110-400 kV probele din izola-toarele suport se vor efectua numai în cazuri speciale când este nece-sară reetanşarea coloanei. Lucrarea se va executa conform tehnologiei aproba-te de IEP Craiova.
				Tensiunea, kV			
				6-35	110-400		
				kV/cm	kV/cm		
			- ulei nou	conform specificațiilor			
			- ulei recondiționat fizic	min. 200	min. 220		
			- ulei la PIF : · camera de stingere	min. 140	min. 160		
			· izolator suport	-	min. 160*)		

			- ulei din exploatare : · camera de stingere	min. 60	min. 90		
			· izolator suport	-	min. 160*)		
21.4	Tangenta unghiului de pierderi dielectrice la 90°C		a) Transformatoare de putere				CC AR AC	- Determinarea se execută în condițiile prevăzute la pct.5.1. - La valorile ce depăşesc pe cele indicate, uleiul nou nu se poate folosi la umplere, iar cel din exploatare se su-pune AC şi AS, după care se va lua decizia corespun-zătoare.
				Tensiunea, kV				
				6-35	60-110	220	400	
			- ulei înainte de umplere	max. 0,005	max. 0,005	max. 0,005	max. 0,005	
			- ulei la 72 de ore după umplere	max. 0,02	max. 0,02	max. 0,015	max. 0,015	
			- ulei la PIF şi după reparații în ateliere-le specializate	max. 0,03	max. 0,025	max. 0,02	max. 0,02	
			- ulei din exploatare	max. 0,02	max. 0,15	max. 0,10	max. 0,07	

Tabel (continuare)

0	1	2	3				4	5
			b) Transformatoare de măsură				CC AR AC	- Determinarea se execută în condițiile prevăzute la pct.7.1 şi 8.1. - Pentru transformatoarele de 6-60 kV determinarea este facultativă.
				Tensiunea,kV				
				6-35	60-110	220-400		
			- ulei nou	conform specificațiilor				
			- ulei nou recondiționat fizic	max. 0,005	max. 0,005	max. 0,005		

			- ulei după umplere (numai în cazul unei reparații sau recondiționări a transformatorului)	max. 0,030	max. 0,025	max. 0,020		*) Valorile de control ale tgδ se referă şi la partea inductivă a transformatoarelor capacitive de 110-400 kV. - Până la punerea la punct a tehnologiei de recondiționare a uleiului la locul de montaj, pentru transformatoarele CESU-220 kV este admisă în exploatare valoarea de 0,15. - La depăşirea valorilor limită, uleiul este supus AS, după care se va lua decizia corespunzătoare.
			- ulei la PIF	max. 0,035	max. 0,035	max. 0,025		
			- ulei din exploatare	max. 0,15	max. 0,10	max. 0,10*)		
21.5	Prezența apei crepitare		- ulei nou	lipsă			CC	- În cazul prezenței apei, uleiul va fi recondiționat fizic
			- ulei nou recondiționat fizic	lipsă				
			- ulei din exploatare	lipsă				

Tabel (continuare)

0	1	2	3		4	5
21.6	Punctul de infla-	STAS 5488	- ulei nou	conform specificațiilor	AR	- La valorile sub cele indicate,

	mabilitate		- ulei nou recondiționat fizic	min.140$_o$C	AC	uleiul nou nu va fi folosit la umplerea/completarea echipamentului, iar uleiul din exploatare va fi schimbat.
			- ulei la PIF	min.140$_o$C		
			- ulei din exploatare	min.135$_o$C		
		STAS 5489	- ulei nou	conform specificațiilor		
			- ulei nou recondiționat fizic	min.145$_o$C		
			- ulei din exploatare	min.140$_o$C		
21.7	Indicele de neutralizare (aciditate organică)	STAS 23	- ulei nou	conform specificațiilor	AR AC	La depăşirea valorilor indicate, uleiul nou nu se foloseşte, iar cel din exploatare va fi schimbat.
			- ulei recondiționat fizic	max.0,03 mg KOH/g		
			- ulei la PIF	max.0,03 mg KOH/g		
			- ulei din exploatare:			
			- din echipamentul de 20 kV	max.0,5 mg KOH/g		
			- din echipamentul de 35-100 kV	max.0,3 mg KOH/g		
			- din echipamentul de 220-400 kV	max.0,2 mg KOH/g		
21.8	Conținut de apă	STAS 7041	- ulei nou recondiționat fizic	max.10 ppm	AC	Determinarea se efectuează numai dacă uleiul nu corespunde la încărcările electrice.
			- ulei după PIF	max.20 ppm		

Tabel (continuare)

0	1	2	3		4	5
21.9	Conținut de substanțe insolubile în solvenți organici (impurități mecanice, gravimetrice)	STAS 33/I	- ulei nou	lipsă	AC	Un conținut sub 0,005 % se consideră lipsă. Dacă sunt prezente impurități mecanice, uleiul va fi recondiționat fizic.
			- ulei nou recondiționat fizic	lipsă		
			- ulei din exploatare	lipsă		
21.10	Viscozitate chimică la 20oC	STAS 117	- ulei nou	conform specificațiilor	AC	La valorile peste valoarea indicată, uleiul nou nu se foloseşte. O variație cu 25 % față de valoarea inițială a uleiului impune schimbarea acestuia.
			- ulei nou recondiționat fizic	max.30 cSt		
			- ulei la PIF	max.30 cSt		
			- ulei din exploatare	conform observației		
21.11	Tensiunea interfacială ulei-apă	STAS 9654	- ulei nou recondiționat fizic	min.40 dyn/cm	AC	La depăşirea valorii limită, uleiul se schimbă.
			- ulei din exploatare	min.40 dyn/cm		
21.12	Punctul de congelare	STAS 39	- ulei nou	conform specificațiilor	AS	Determinarea se execută la sosirea uleiului nou (recepție sumară).
21.13	Densitate relativă	STAS 35	- ulei nou	conform specificațiilor	AS	Determinarea se execută la sosirea uleiului nou (recepție sumară).

21.14	Coroziunea pe argint	STAS 11606	- ulei din exploatare	absent	AS	Determinarea se execută când se observă înnegrirea pieselor argintate care sunt în contact cu uleiul. La apariția coroziunii pe lama de argint, uleiul se schimbă.

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
21.15	Conținutul de substanțe insolubile în normal heptan (sau benzină normală)	STAS 10632/III	- ulei din exploatare	max.0,1%	AS	Determinarea se execută atunci când rezultatele AC nu sunt concludente.
21.16	Compatibilitatea la amestecare	STAS 11605	-	Compatibil	AS	Determinarea se execută atunci când completarea urmează a fi executată cu alt tip de ulei.
21.17	Stabilitatea la oxidare cu bomba rotativă	STAS 8930	- ulei aditivat nou	conform specificațiilor	AS	Determinarea se execută la recepția uleiului nou în laboratoarele specializate.

21.18	Compoziția gazelor dizolvate în ulei	3.1.E-I 98-82	- ulei din exploatare	Interpretare conform 3.1.E-I 98-82	AS	Determinarea se execută în laboratoarele specializate, pentru uleiul din trafo de mare putere (220-400 MVA) şi înaltă tensiune (220-400 kV) astfel: - la PIF şi la 3 luni de la PIF, în primul an, apoi la RT conform programării anuale; - în caz de semnalizare sau declanşare a releului Bucholz.
			B. ULEI DE ACȚIONARE (ET 10)			
21.19	Aspect	vizual	- ulei nou	Limpede, de culoare roşie	CC	- Dacă uleiul nou este colorat în roşu, nu se utilizează.
			- ulei la PIF	Idem		
			- ulei din exploatare	Idem		

Tabel (continuare)

0	1	2	3		4	5
21.20	Impurități mecanice	vizual	- ulei nou	lipsă	CC	Dacă conține suspensii, uleiul va fi recondiționat fizic.
			- ulei la PIF	lipsă		
			- ulei din exploatare	lipsă		
21.21	Rigiditatea dielectrică	STAS 286	Întreruptoare oleopneumatice IO 110-400 kV		CC	
			- ulei nou	min.140 kV/cm		

			- ulei la PIF (din circuitele de comandă)	min.120 kV/cm		
			- ulei din exploatare (din circuitele de comandă)	min.75 kV/cm		
21.22	Tangenta unghiului de pierderi dielectrice la 70oC		- ulei la PIF	dublul valorii măsura-te în fabrică, dar nu mai mult de 0,04	CC	La depăşirea valorii limită, uleiul se schimbă.
			- ulei din exploatare	max.0,25		
21.23	Punct de inflamabilitate	STAS 5489	- ulei nou	min.93oC	AR	La valori sub cele indicate, uleiul nou nu se foloseşte, iar cel din exploatare se schimbă.
			- ulei nou recondiționat fizic (la PIF)	min.93oC		
			- ulei din exploatare	min.90oC		
21.24	Viscozitate cinematică la 50oC	STAS 117	- ulei nou	min.10 cSt	AR	La valori sub cele indicate, uleiul nou nu se foloseşte, iar cel din exploatare se schimbă.
			- ulei nou recondiționat fizic (la PIF)	min.10 cSt		
			- ulei din exploatare	min.8 cSt		

Anexa 21.1

PERIODICITATEA ANALIZELOR DE ULEIURI ELECTROIZOLANTE

a) Transformatoare (de putere şi de măsură), bobine de reactanță având tensiunea nominală (kV) de :					
Felul analizei	6-35 din rețea	6-35 din centrale	60-110	220-400	Observații
CC (control curent)	PIF RT RC RK	RT	RT	la 10 zile la 1 lună la 3 luni la 6 luni de la PIF	- Numai în primul an de la PIF - La oricare reparație accidentală şi capitală care necesită scoatere de ulei
AR (analiză redusă)		PIF RC RK		RT	
AC (analiză completă)			PIF RC RK	PIF RC RK	
AS (analize speciale)	când celelalte rezultate privitoare la starea izolației nu sunt corespunzătoare pct. 21.12-21.18, cap.A “Uleiuri electroizolante”				
b) Întreruptoare oleopneumatice (indiferent de tensiune)					
CC (control curent)			PIF RT RC RK		

Punctul de inflamabilitate			PIF		
Viscozitate cinematică			PIF RC RK		

Anexa 21.2

CONȚINUTUL ANALIZELOR PENTRU ULEIURI ELECTROIZOLANTE

Nr. crt.	Caracteristici	Metode de analiză	CC	AR	AC	AS
21.1	Aspectul	vizual	x	x	x	-
21.2	Impurități mecanice (inclusiv căr-bune în suspensie)	vizual	x	x	x	-
21.3	Rigiditate dielectrică	STAS 286	x	x	x	-
21.4	Tangenta unghiului de pierderi	STAS 6799	x	x	x	-
21.5	Prezența apei	crepitare	x	-	-	-
21.6	Punctul de inflamabilitate	STAS 5488 (STAS 5489)	-	x	x	-
21.7	Indicele de neutralizare (aciditate organică)	STAS 23	-	x	x	-
21.8	Conținut de apă	STAS 7041	-	-	x	-
21.9	Conținutul de substanțe insolubile în solvenți organici (gravimetric)	STAS 33	-	-	x	-
21.10	Viscozitate cinematică	STAS 117	-	-	x	-
21.11	Tensiune interfacială ulei-apă	STAS 9654	-	-	x	-
21.12	Punctul de congelare	STAS 39	-	-	-	x
21.13	Densitate relativă	STAS 35	-	-	-	x
21.14	Coroziunea pe lama de argint	STAS 11606	-	-	-	x
21.15	Conținutul de substanțe insolubile în normal heptan (sau benzină normală)	STAS 10632/III	-	-	-	x
21.16	Compatibilitate la amestecare	STAS 11605	-	-	-	x
21.17	Stabilitate la oxidare cu bomba rotativă, la 140_oC	STAS 8930	-	-	-	x
21.18	Compoziția gazelor dizolvate în ulei	3.1.E-I 92-82	-	-	-	x

Partea a 22-a

BOBINE DE BLOCAJ PENTRU TELECOMUNICAȚII PE LEA DE ÎNALTĂ TENSIUNE

Norme de referință

PE 602/80 Regulament de exploatare tehnică a instalațiilor de telecomunicații

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiții de execuție a probei	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații
0	1	2	3	4	5
22.1	Verificarea modului de instalare a bobinei de linie, a filtrului de acord şi a descărcătorului de protecție a legăturilor electrice dintre aceste subansambluri, precum şi a integrității tuturor părților componente	Control vizual	Se va verifica respectarea condițiilor de montaj prevă-zute în proiectele de execuție şi în cărțile tehnice ale produselor respective.	- PIF - Modificări în insta-lații - RT - După fiecare scurtcircuit periculos	
22.2	Verificarea corectitudinii racor-durilor la linie	Control vizual	Conform proiectului de in-stalare	- PIF - Modificări în in-stalație - RT	
22.3	Măsurarea atenuării de serviciu AS	- Bobina decuplată din linie cu filtrul de acord montat pe bobină - În banda de acord	Max. 0,3 Np (Max.2,6 dB)	- PIF - RT	
22.4	Măsurarea atenuării de blocare	- Bobina decuplată din linie cu filtrul de acord montat pe bobină - În bandă de acord	Min.0,9 Np (Min, 7,8 dB)	- PIF - RT	

22.5	Verificarea descărcătorului de protecție	Bobina decuplată din linie conform prevederilor cap.14 aferente descărcătoarelor	U_a 50 Hz U_a 1,2/50 microsec	- PIF - RT	

Partea a 23-a

SISTEME DE EXCITAȚIE ALE GENERATOARELOR SINCRONE

Standarde şi prescripții de referință

PE 509/84	Instrucțiuni privind probele funcționale ale sistemelor de reglare automată a tensiunii şi vitezei grupurilor energetice
PE 851/74	Condiții tehnice pentru sisteme noi de excitație pentru generatoare sincrone
x x x	Condiții tehnice generale pentru echipamentele de excitație ce urmează a se instala în RENEL la generatoarele sincrone cu puteri nominale mai mari de 1 MW Prescripție energetică. Redactarea a II-a. Lucrarea ICEMENERG nr.9076/1993
PE 822/74	Condiții tehnice generale pentru hidrogeneratoare sincrone
PE 832/73	Condiții tehnice generale pentru generatoare

Nr. crt.	Denumirea probei	Condiții de execuție a probei	Indicațiile şi valorile de control	Momentul efectuării probei	Observații
0	1	2	3	4	5
23.1	Verificarea rezistenței de izolație a echipamentului față de masă: a) Circuitele de forță cu tensiune de lucru de min.220 V c.a. şi c.c. b) Circuitele electrice care prezintă tensiuni de lucru mai mici de 220 V c.a. şi c.c.	Măsurătoarea se face la pct.23.1.a, cu megohmmetrul de 2500 V şi la pct.23.1.b, cu megohmmetrul de 1000 V. Înaintea încercării, se scurtcircuitează tiristoare, diode, condensatoare şi se scot plăcile electronice din sertare. Tensiunea se aplică între borna globală, obținută prin scurtcircuitarea elementelor menționate şi borna de masă.	Circuitele de la pct.23.1.a trebuie să prezinte o rezistență de izolație mai mare de 10 $M\Omega$. Circuitele de la pct.23.1.b trebuie să prezinte o rezistență de izolație mai mare de 2 $M\Omega$.	- PIF - RK	
23.2	Verificarea rigidității dielectrice a izolației Circuitele de la pct.23.1.a se încearcă cu 2500 V, iar cele de la pct.23.1.b cu 1000 V.	Măsurarea se face în condițiile de la proba 23.1. Proba se face cu o instalație de străpungere cu tensiunea sinusoidală de 50 Hz.	Circuitele de la pct.23.1.a trebuie să suporte o tensiune de 2500 V timp de un minut, fără a prezenta străpungeri. Circuitele de la pct.23.1.b trebuie să suporte o tensiune de 1000 V timp de un minut	- PIF - RK	

			față de masă, fără a prezenta străpungeri.		
23.3	Verificarea circuitului de protecție la supratensiuni a echipamentului	Verificarea se efectuează cu generatorul oprit.	Circuitul de protecție trebuie să intre în funcție la valorile	- PIF - RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
	de excitație	Se aplică între polaritățile "+" şi "-" ale excitației o sursă de curent continuu sau curent alternativ (în funcție de tipul protecției) variabilă până la valori de circa 2000 V.	de tensiune indicate în do-cumentația tehnică sau NTR a echipamentului res-pectiv.	- RC	
23.4	Verificarea DR sau a contac-torului static de dezexcitare	Verificarea se efectuează cu generatorul oprit. La ADR se verifică starea con-tactelor, precum şi simultanei-tatea închiderii contactelor principale şi auxiliare. La contactorul static se verifică amorsarea tiristoarelor.	Rezultatele verificării trebuie să corespundă datelor din documentația tehnică sau NTR a echipamentului	- PIF - RK - RC	Contactorul static se verifică automat la fiecare pornire.
23.5	Verificarea circuitelor de de-clanşare a ADR sau de intrare în funcțiune a contactorului sta-tic de dezexcitare	Verificarea se efectuează cu generatorul oprit. Se simulează toate condițiile de acționare a ADR sau contactor	Se verifică acțiunea corectă a ADR la toate condițiile de declanşare.	- PIF - RK - RC	

		static.			
23.6	Verificarea semnalizărilor locale şi la distanță aferente echipamentului de excitație	Verificarea se efectuează cu generatorul oprit. Se verifică integritatea tuturor lămpilor de semnalizare şi acțiunea lor corectă la simularea condițiilor de aprindere a acestora.	Semnalizările trebuie să corespundă documentației tehnice a echipamentului de excitație.	- PIF - RK - RC	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
23.7	Verificarea protecțiilor sistemului de excitație	Verificarea se face cu generatorul oprit. Se simulează defectele din echipamentele de excitație.	Se constată acționarea corectă a protecțiilor corespunzătoare defectelor simulate.	- PIF - RK - RC	
23.8	Verificarea circuitelor de co-mandă ale sistemului de excitație	Se verifică corectitudinea comenzilor locale şi din camera de comandă asupra echipamentului de excitație cu generatorul oprit.	Se constată acționarea elementelor din echipamentul de excitație corespunzătoare comenzilor date.	- PIF - RK	
23.9	Verificarea reglajului manual şi a regulatorului automat de tensiune	Verificarea se face cu generatorul oprit. Se alimentează echipamentul cu tensiunile operative necesare. Se verifică acțiunea corectă a	Funcționarea acestor subansamble trebuie să corespundă prescripțiilor din documentația tehnică de însoțire sau NTR.	- PIF - RK	

		reglajului manual şi a reglajului automat, precum şi a limitărilor din cadrul acestora.			
23.10	Verificarea convertizorului cu tiristoare	Verificarea se face cu generatorul oprit, la echipamentele de excitație cu punți cu tiristoare. Se verifică integritatea tiristoarelor, a siguranțelor ultrarapide, a sincronizării impulsurilor cu faza şi a formei de undă a tensiunii de excitație furnizate (la diverse tensiuni de comandă).	Starea convertizorului cu tiristoare şi a circuitelor de comandă ale acestuia trebuie să corespundă documentației tehnice sau NTR a echipamentului.	- PIF - RK - RC	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
23.11	Verificarea circuitelor agentului de răcire a echipamentului de excitație	Se verifică integritatea circuitelor de aer sau apă de răcire, etanşeitatea acestora, precum şi funcționarea ventilatoarelor (acolo unde este cazul).	Rezultatele trebuie să corespundă valorilor indicate în documentația tehnică respectivă.	- PIF - RC - RK	
23.12	Verificarea circuitelor de amorsare a excitației	Se verifică cu generatorul în scurtcircuit. Se constată exis-tența tensiunilor de alimentare în forță a echipamentului de excitație la efectuarea manevrei de pornire a	Se verifică ca valorile tensiunilor de alimentare în forță să corespundă indicațiilor din documentația tehnică. La cuplarea excitației (închidere	- PIF - RK	

		excitației.	ADR sau deblocare impulsuri pe tiristoare) tensiunea de excitație trebuie să fie zero.		
23.13	Verificarea gamei de variație a curentului de excitație a generatorului Verificarea traductoarelor de măsură curent şi tensiune de excitație	Se verifică cu generatorul în scurtcircuit. Sistemul de excitație va fi pe reglajul manual.	Se verifică creşterea curentului de excitație la comandă voită din camera de comandă. Creşterea trebuie să fie lentă, continuă şi fără şocuri. Se reglează şi se etalonează traductoarele şi reacțiile de curent de excitație pentru reglajul excitației.	- PIF - RK	
23.14	Verificarea regimului de dezexcitare a generatorului, prin deschiderea ADR (sau comanda contactorului static) şi comanda de mers în ondulor a punții cu tiristoare (unde este cazul)	Verificarea se face cu generatorul în scurtcircuit excitat la curentul nominal static.	Se oscilografiază regimul tranzitoriu al fenomenului. Se va constata stingerea câmpului de excitație şi dispariția curentului la bornele generatorului.	- PIF - RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
23.15	Verificarea gamei de variație a tensiunii şi curentului de excitație până la tensiunea nominală la borne a generatorului	Verificarea se face cu generatorul în gol, cu excitație pe reglaj manual.	Se constată creşterea lentă, fără şocuri, a curentului de excitație la comanda voită din camera de comandă.	- PIF - RC - RK	
23.16	Verificarea trecerii excitației de pe	Verificarea se face cu genera-	Se urmăreşte ca la trecerea de	- RK	

	reglaj manual pe reglaj automat şi invers	torul în gol, excitat la tensiune nominală la borne.	pe un mod de reglaj pe celălalt, variația tensiunii la bornele generatorului să nu depăşească ecartul admis în documentația tehnică a echipamentului.	- RC - PIF	
23.17	Verificarea regimului de dez-excitare a generatorului, prin deschiderea ADR (sau comanda contactorului static) şi comanda de mers în ondulor a punții cu tiristoare (unde este cazul)	Verificarea se face cu genera-torul în gol, excitat la tensiune nominală la borne.	Se oscilografiază regimul tranzitoriu al fenomenului. Se va constata stingerea câmpului de excitație şi aducerea la zero a tensiunii de la bornele generatorului.	- PIF - RK	
23.18	Verificarea procesului de excitare inițială cu excitația pe reglaj automat	Se închide circuitul de excitație, generatorul fiind în gol cu excitația pe reglaj automat.	Generatorul se va excita automat până la 0,8-0,9 din tensiunea nominală la borne. Se va oscilografia fenome-nul urmărindu-se valoarea suprareglajului maxim ce apare la bornele generatorului.	- PIF - RK - RC	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
23.19	Verificarea constantei reglajului	Generatorul se află la mers în gol,	Se urmăreşte ca tensiunea la	- PIF	

	tensiunii la bornele generatorului, excitația fiind pe reglaj automat	cu excitația pe reglaj automat, excitat la tensiunea nominală la borne.	borne să fie constantă, să nu prezinte fenomene de instabilitate sau să varieze lent în timp.	- RK	
23.20	Verificarea comenzilor de "creşte, scade" pe reglaj automat şi manual şi verificarea urmăririi celor două moduri de reglaj	Generatorul se află în paralel cu sistemul la o sarcină oarecare. Excitația se află alternativ pe reglaj manual sau automat.	Excitația trebuie să răspundă corect la comenzile din camera de comandă. Se va măsura egalitatea tensiunilor de comandă pe modul de reglaj manual şi automat, ceea ce atestă funcționarea corectă a sistemului de urmărire.	- PIF - RK - RC	
23.21	Verificarea statismului ansamblului generator-sistem de excitație	Generatorul se află în paralel cu sistemul de reglaj automat al excitației. Se modifică tensiunea la borne a generatorului cu ajutorul sistemului. Excitația se va modifica automat, în funcție de sistemul reglat.	Se calculează statismul cu relația : $\sigma = (U_b / U_{bn}) / (Q_b / Q_{bn}) 100$ unde: U_b este variația tensiunii la borne U_{bn} - tensiunea nominală la borne Q_b - variația puterii reactive la borne Q_{bn} - puterea reactivă nominală la borne	- PIF - RK	

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
23.22	Verificarea limitatorului de subexcitare	Generatorul se află în paralel cu sistemul, pe reglaj manual şi pe urmă pe reglaj automat al excitației.	Se verifică fazarea corectă a mărimilor la intrarea în limitator. Se dezexcită, controlat, din cheie, generatorul până la atingerea pragului de intrare în funcțiune a limitatorului. Limitarea trebuie să se facă lin, fără oscilații. La acestă probă, protecția de pierdere a excitației se va pune pe semnalizare.	- PIF - RK	
23.23	Comportarea sistemului de excitație şi RAT la regimuri subexcitate ale generatorului	Generatorul se află în paralel cu sistemul. Excitația se află pe reglaj automat.	Se dezexcită din cheie generatorul până la limita admisă de încălzirile din zona frontală a generatorului. Regimul trebuie să fie stabil. Pe perioada probei, protecția de pierdere a excitației se va pune pe semnalizare.	- PIF - RK	
23.24	Verificarea regimului termic al echipamentului	Generatorul se află în paralel cu sistemul, la o sarcină cât mai apropiată de cea nominală.	Se va urmări pe aparatele de măsură corespunzătoare şi prin control la fața locului starea	- PIF - RK	

		Excitația va fi ori pe reglaj manual, ori pe reglaj automat.	termică a echipa-mentului. Nu sunt permise încălziri locale excesive în dulapurile de excitație.		

Tabel (continuare)

0	1	2	3	4	5
23.25	Verificarea plafonului de forțare a excitației	Generatorul se află în paralel cu sistemul la o sarcină oarecare. Se simulează la intrarea în RAT scăderea tensiunii la bornele generatorului.	Se oscilografiază fenomenul tranzitoriu de forțare a excitației. Se va urmări atingerea plafonului de excitație, precum şi intrarea în funcțiune a limitării acestuia după un timp de 1-2 s.	- PIF	
23.26	Verificarea comportării sistemului de excitație + RAT la tre-cerea pe alimentarea de rezervă (prin AAR)	Se efectuează la echipamentele de excitație alimentate prin trafo din serviciile interne. Generatorul se află în paralel cu sistemul. Se face trecerea cu pauză AAR, a alimentării SI de la borne pe cele generale.	Se oscilografiază fenomenul. Mărimile electrice ale generatorului trebuie să rămână neschimbate după amortizarea regimului tranzitoriu al trecerii.	- PIF	
23.27	Verificarea comportării sistemului de excitație şi RAT la aruncarea de sarcină activă şi reactivă, fără deconectarea excitației	Generatorul se află în paralel cu sistemul la o sarcină cât mai apropiată de cea nominală. Excitația se află pe reglaj automat. Se deconectează întreruptorul de bloc fără a declanşa şi excitația.	Se oscilografiază fenomenul. După amortizarea regimului tranzitoriu, generatorul trebuie să rămână în gol, excitat la tensiunea nominală la bornele generatorului.	- PIF	

23.28	Idem proba 23.27, cu deconectarea excitației	Generatorul se află în paralel cu sistemul la o sarcină cât mai apropiată de cea nominală. Excitația se va afla pe reglaj automat. Se deconectează întreruptorul de bloc concomitent cu excitația.	Se oscilografiază fenomenul de stingere a câmpului de excitație şi a scăderii tensiunii la bornele generatorului.	- PIF	